

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004年5月21日 (21.05.2004)

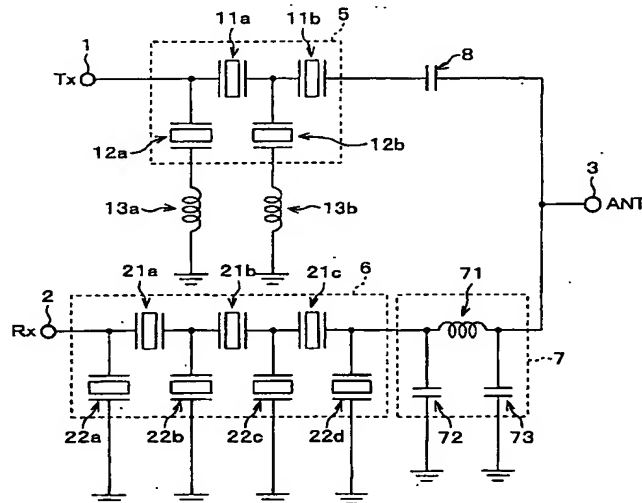
PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/042921 A1

- (51) 国際特許分類⁷: H03H 9/70, 9/58 (72) 発明者; および
(21) 国際出願番号: PCT/JP2003/013037 (75) 発明者/出願人 (米国についてののみ): 河村 秀樹 (KAWA-MURA, Hideki) [JP/JP]; 〒617-8555 京都府 長岡京市 天神2丁目26番10号 株式会社 村田製作所内 Kyoto (JP).
(22) 国際出願日: 2003年10月10日 (10.10.2003)
(25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願2002-325672 2002年11月8日 (08.11.2002) JP
特願2003-314646 2003年9月5日 (05.09.2003) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 村田製作所 (MURATA MANUFACTURING CO., LTD.) [JP/JP]; 〒617-8555 京都府 長岡京市 天神2丁目26番10号 Kyoto (JP). (84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, [続葉有])

(54) Title: DEMULTIPLEXER AND COMMUNICATION DEVICE

(54) 発明の名称: 分波器および通信装置



(57) Abstract: There are provided a demultiplexer and a communication device having preferable characteristic by optimizing configuration of a transmission side filter and a reception side filter. Piezoelectric thin film resonators (11a, 11b, 12a, 12b, 21a to 21c, 22a to 22d) having a piezoelectric thin film sandwiched by opposing electrodes include a transmission side filter (5) and a reception side filter (6) arranged in a ladder type in an opening or a concave portion of the substrate. The transmission side filter (5) and the reception side filter (6) are connected in parallel to an antenna terminal (3). The piezoelectric thin film resonators (11a, 11b, 12a, 12b) constituting the transmission side filter (5) are different from the piezoelectric thin film resonators (21a to 21c, 22a to 22d) constituting the reception side filter (6).

(57) 要約: 送信側フィルタおよび受信側フィルタの構成を最適化した、良好な特性を有する分波器および通信装置を提供する。対向する電極で挟まれている圧電薄膜を有する圧電薄膜共振子11a、11b、12a、12b、21a~21c、22a~22dが、基板の開口部若しくは凹部上に、梯子型に配置されている送信側フィルタ5及び受信側フィルタ6を備え、該送信側フィルタ5及び受信側フィルタ6は、アンテナ端子(3)に並列に接続されている。

[続葉有]



AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許
(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB,
GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR),
OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW,
ML, MR, NE, SN, TD, TG).

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される
各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語
のガイダンスノート」を参照。

添付公開書類:

— 国際調査報告書

タ 5 と該受信側フィルタ 6 とをアンテナ端子 3 に並列接続している。前記送信側フィルタ 5 を構成する圧電薄膜共振
子 11 a、11 b、12 a、12 b と、前記受信側フィルタ 6 を構成する圧電薄膜共振子 21 a ~ 21 c、22 a ~
22 d とを互いに異ならせる。

明 細 書

分波器および通信装置

5 技術分野

本発明は、通信装置等に用いられる、圧電薄膜共振子を有するフィルタを備える分波器に関するものである。

背景技術

10 近年、弾性バルク波を用いる圧電薄膜フィルタが開発されている。

上記圧電薄膜フィルタは、小型かつ軽量であり、耐振性や耐衝撃性に優れ、製品のバラツキが少なく信頼性に富んでおり、回路の無調整化が図れるため、実装の自動化、簡略化が図れ、その上、高周波化を図っても、製造が容易という優れた各特性を有している。

15 また、上記のような圧電薄膜フィルタを備える分波器（デュプレクサ）が提案されている。

例えば、特開 2001-24476 号公報では、圧電薄膜共振子をラダー型に備えた圧電薄膜フィルタを有する分波器が開示されている。

20 特開 2001-24476 号公報における分波器において用いられている圧電薄膜共振子は、送信側フィルタと、受信側フィルタとで、共に電極材料が Mo、圧電薄膜が AlN で構成されている。

しかしながら、分波器において、送信側フィルタと、受信側フィルタとでは求められる特性が異なる。

つまり、同じ構造の圧電薄膜共振子は、送信側フィルタと、受信側フィルタとのどちらか一方のみにしか最適化されていない。

25 上記特開 2001-24476 号公報では、送信側フィルタ、受信側フィルタの両方が同じ構造を有しているため、送信側、受信側のそれぞれにおいて最適な特性を有する分波器を構成することができないという問題がある。

本発明は上記の問題点に鑑みなされたものであり、その目的は、送信側フィルタおよび受信側フィルタの構成を最適化した、良好な特性を有する分波器を提供することにある。

30

発明の開示

本発明の分波器は、上記の課題を解決するために、少なくとも一対の対向する電極で挟まれている少なくとも 1 層の圧電薄膜を有する圧電薄膜共振子が、基板の開口部若しく

は凹部上に、梯子型に配置されている送信側フィルタ及び受信側フィルタを備え、該送信側フィルタと該受信側フィルタとをアンテナ端子に並列接続してなる分波器であって、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とが互いに異なる構造を有することを特徴としている。

- 5 本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とは、互いに異なる圧電膜を有することが好ましい。

本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の圧電膜はAlNからなり、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の圧電膜はZnOからなることが好ましい。

- 10 本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とは、電極の材料が互いに異なることが好ましい。

本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とは、電極の材料の音響インピーダンスが互いに異なることが好ましい。

- 15 本発明の分波器では、前記受信側フィルタの通過帯域は送信側フィルタよりも高周波側に位置しており、受信側フィルタを構成する電極の材料の音響インピーダンスは、送信側フィルタを構成する電極の材料の音響インピーダンスよりも高いことが好ましい。

本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子は、2倍波を用い、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子は、基本波を用いることが好ましい。

- 20 また、本発明の分波器は、上記の構成に加えて、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とは、基板の開口部若しくは凹部上に、互いに異なる絶縁膜を有することが好ましい。

本発明の分波器では、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜がSiO₂からなることが好ましい。

- 25 本発明の分波器では、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順にSiO₂、Al₂O₃の2層からなることが好ましい。

本発明の分波器では、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順にSiO₂、AlNの2層からなることが好ましい。

- 30 本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順にAlN、SiO₂の2層からなることが好ましい。

本発明の分波器では、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順にAl₂O₃、SiO₂の2層からなることが好ましい。

本発明の通信装置は、上記に記載の分波器を搭載したことを特徴としている。

本発明の分波器は、少なくとも一対の対向する電極で挟まれている少なくとも1層の圧電薄膜を有する圧電薄膜共振子が、基板の開口部若しくは凹部上に、梯子型に配置されている送信側フィルタ及び受信側フィルタを備え、該送信側フィルタと該受信側フィルタとをアンテナ端子に並列接続してなる分波器であって、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とが互いに異なる構造を有する構成である。

上記の構成によれば、送信側フィルタと受信側フィルタとで互いに異なる構造の圧電薄膜共振子を有しているので、送信側フィルタおよび受信側フィルタのそれぞれにおいて最適な特性を有する分波器を提供することができるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

図1は、本発明の実施の一形態に係るデュプレクサの回路図である。

図2は、上記デュプレクサにおける送信側フィルタの共振子の構造を示す概略の断面図である。

図3は、上記デュプレクサにおける受信側フィルタの共振子の構造を示す概略の断面図である。

図4は、本発明の実施の他の形態にかかる受信側フィルタの共振子の構造を示す概略の断面図である。

図5は、図4の共振子の一例における各層の振動の変位を示したグラフである。

図6は、図4の共振子における k^2_{eff} と膜厚比との関係を示すグラフである。

図7は、図4の共振子におけるQ値と膜厚比との関係を示すグラフである。

図8は、図4の共振子におけるTCFと膜厚比との関係を示すグラフである。

図9は、本発明の実施の他の形態に係る送信側フィルタにおける共振子の構造を示す概略の断面図である。

図10は、図9の共振子の一例における各層の振動の変位を示したグラフである。

図11は、図9の共振子における k^2_{eff} と膜厚比との関係を示すグラフである。

図12は、図9の共振子におけるQ値と膜厚比との関係を示すグラフである。

図13は、図9の共振子におけるTCFと膜厚比との関係を示すグラフである。

図14は、上記デュプレクサの変形例を示す回路図である。

図15は、上記デュプレクサの他の変形例を示す回路図である。

図16は、上記デュプレクサのさらに他の変形例を示す回路図である。

図17は、上記送信側フィルタおよび受信側フィルタにおける共振子の変形例を示す概略の断面図である。

図 18 は、本発明の他の実施の形態にかかる送信側フィルタと受信側フィルタとにおける挿入損失の周波数特性を示すグラフである。

図 19 は、本発明の他の実施の形態にかかる送信側フィルタと受信側フィルタとにおける挿入損失の周波数特性を示すグラフである。

5 図 20 は、比較例の送信側フィルタと受信側フィルタとにおける挿入損失の周波数特性を示すグラフである。

図 21 は、比較例の送信側フィルタと受信側フィルタとにおける挿入損失の周波数特性を示すグラフである。

図 22 は、実施の形態 4 で用いた圧電薄膜共振子の断面図である。

10 図 23 は、実施の形態 4 における圧電膜厚比に対する、電気機械結合係数を示した検討結果を示すグラフである。

図 24 は、本発明のデュプレクサを搭載した通信装置の回路ブロック図である。

図 25 は、本発明の実施の他の形態にかかる受信側フィルタの共振子の構造を示す概略の断面図である。

15

発明を実施する為の最良の形態

〔実施の形態 1〕

本発明の実施の一形態について、図 1 ないし図 4 に基づいて説明すれば、以下の通りである。

20 本実施の形態では、送信帯域が 1850～1910MHz、受信帯域が 1930～1990MHz であるデュプレクサについて説明する。

本実施の形態にかかるデュプレクサ（分波器）は、図 1 に示すように、送信端子 1、受信端子 2、アンテナ端子 3 を備えている。

25 上記デュプレクサは、アンテナ端子 3 と送信側端子 1 との間に設けられた送信側フィルタ 5、アンテナ端子 3 と受信側端子 2 との間に設けられた受信側フィルタ 6、およびアンテナ端子 3 と受信側フィルタ 6 との間に設けられた整合回路 7 を備えている。

つまり、上記デュプレクサは、送信側フィルタ 5 と該受信側フィルタ 6 とをアンテナ端子 3 に並列接続している。

30 また、アンテナ端子 3 と送信側フィルタ 5 との間には、キャパシタンス 8 を備えている。

上記送信側フィルタ 5 と受信側フィルタ 6 とは、互いに通過帯域が相違するように設定されている。

上記送信側フィルタ 5 は、直列共振子 11a、11b および並列共振子 12a、12

bをラダー型に備えている。

また、上記並列共振子12a、12bは、インダクタンス13a、13bを介して接地されている。

5 上記インダクタンス13a、13bにより、上記送信側フィルタ5の通過帯域を伸長させることができる。

上記受信側フィルタ6は、直列共振子21a、21b、21cおよび並列共振子22a、22b、22c、22dをラダー型に備えている。

また、上記並列共振子22a、22b、22c、22dは接地されている。

10 上記整合回路7は、直列に接続されたインダクタンス71と並列に接続されたキャパシタンス72、73を備えている。

本実施の形態において、上記送信側フィルタ5および受信側フィルタ6に備えられている各共振子は、圧電材料からなる薄膜（圧電薄膜）と、該圧電薄膜を挟み込むとともに対向している電極とを備える圧電薄膜共振子である。

15 以下、送信側フィルタが相対的に低い周波数特性を有し、受信側フィルタが相対的に高い周波数特性を有する場合において、上記送信側フィルタ5、受信側フィルタ6に求められている特性を説明する。

送信側フィルタ5は、大きな電力が印加される。

そのため、該送信側フィルタ5に用いられている各共振子は、Q値が高いことが好ましい。

20 このQ値は、共振子における機械的な振動の損失を示すものである。

このQ値が低いと、共振子における機械的な振動の損失が増加するため、この損失が熱となって共振子が発熱し、その結果共振子の短寿命化につながる。

さらには、送信側フィルタ5の短寿命化にもつながる。

25 上記Q値は、共振子の構造にも依存し、さらには共振子に用いられる材料の弾性損失が小さいほど高くなる。

各材料の弾性損失は周波数等にも依存するため、具体的な値について言及することは難しいが、表面波デバイス等でよく用いられる伝搬損失がひとつの目安になる。

つまり、共振子のQ値は、共振子に用いられる材料の伝搬損失が小さいほど高くなると考えられる。

30 上記送信側フィルタ5の各共振子には、熱伝導性の高い材料が用いられることが好ましい。

これは、熱伝導性が低いと、放熱性が悪いことにより、共振子が加熱され、共振子の短寿命化につながるからである。

上記送信側フィルタ 5 の各共振子の電気機械結合係数 k^2 (実効的な結合係数 k_{eff}^2) は、3 ~ 4 % 程度であることが好ましい。

これは、 k_{eff}^2 が小さくても、外部回路 (例えば、伸長インダクタンス) によって通過帯域を或る程度低周波側に広げることができるためである。

5 また、上記 k_{eff}^2 は、5 % 以上になると、高周波側の roll-off 特性 (送信側の通過帯域 19 10 MHz から受信側の通過帯域 19 30 MHz にかけての減衰の急峻さ) は劣化する。

圧電薄膜の材料に k^2 の大きな材料を用いれば、共振子の k_{eff}^2 も大きくなる。

また、 k_{eff}^2 は、共振子の構造にも依存する。

10 受信側フィルタ 6 は、外部回路によって低周波側に通過帯域を広げると、送信側フィルタ 5 と干渉してしまう。

また、外部回路によって高周波側に通過帯域を広げることができない。

そのため、受信側フィルタ 6 では、 k_{eff}^2 の大きな共振子を用いて、外部回路の補助も用いずに所定量のフィルタ帯域を確保する必要がある。

15 上記の特性を有する送信側フィルタ 5 の圧電薄膜共振子、および受信側フィルタ 6 の圧電薄膜共振子の構造について、図 2、図 3 に基づいてより詳細に説明する。

図 2 に示すように、送信側フィルタ 5 の共振子は、シリコン (Si) からなる支持基板 (基板) 32、その支持基板 32 の上に形成されている絶縁膜 31 を備えている。

さらに、支持基板 32 は、支持基板 32 を厚さ方向に貫通し、他方の絶縁膜 31 まで達する開口部 (空洞部) を備えている。

20 また、この絶縁膜 31 上には、順に、下部電極 (電極) 33、圧電薄膜 34、および上部電極 (電極) 35 を備えている。

上記絶縁膜 31 はダイヤフラムを形成している。

このダイヤフラムは、上記開口部 (空洞部) に面している。

25 また、図 3 に示すように、受信側フィルタ 6 の共振子は、シリコン (Si) からなる支持基板 (基板) 42、その支持基板 42 上に形成されている絶縁膜 41 を備えている。

さらに、支持基板 42 は、支持基板 42 を厚さ方向に貫通し、絶縁膜 41 まで達する開口部 (空洞部) を備えている。

また、この絶縁膜 41 上には、順に、下部電極 43、圧電薄膜 44、および上部電極 45 を備えている。

30 上記絶縁膜 41 はダイヤフラムを形成している。

このダイヤフラムは、上記開口部 (空洞部) に面している。

なお、図 2、図 3 に示す共振子では、2 倍波を用いている。

本実施の形態では、送信側フィルタ 5 の各共振子と、受信側フィルタ 6 の各共振子と

で、圧電薄膜の種類を異ならせている。

送信側フィルタ 5 の各共振子の圧電薄膜 3 4 には AlN 、絶縁膜 3 1 には SiO_2 、下部電極 3 3 および上部電極 3 5 には Au/Ti を用いている。

また、受信側フィルタ 6 の各共振子の圧電薄膜 4 5 には ZnO 、絶縁膜 4 1 には SiO_2 、下部電極 4 3 および上部電極 4 5 には Au/Ti を用いている。

上記送信側フィルタ 5 の各共振子についてより詳細に説明する。

AlN は、 ZnO よりも、熱伝導性がよく、弾性損失が小さい。

また、電気機械結合係数は小さい ($k_t = 0.23$ 、熱伝導率 $\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C}) = 150$)。

したがって、送信側フィルタ 5 の各共振子は、受信側フィルタ 6 の各共振子よりも Q 値が高く、放熱性の良くすることができる。

また、上記送信側フィルタ 5 の各共振子では、 SiO_2 からなる絶縁膜 3 1 を用いているため、 AlN からなる圧電薄膜 3 4 との温度係数が逆となっている。

そのため、圧電薄膜 3 4 と絶縁膜 3 1 とで互いに温度変化を打ち消し合い、上記送信側フィルタ 5 の各共振子における温度特性を向上させることができる。

また、 AlN は、 ZnO に比べて音速が大きいので、 ZnO を用いた共振子と同等の周波数を得ようとする、ダイヤフラムの膜厚を厚くするか、密度の大きい電極材料を用いる必要がある。

AlN の膜厚を厚くした場合には、共振子の容量 (C_0) を所定の値にするために上部電極 3 5 および下部電極 3 3 が重なる部分 (振動部分) の面積を増やすことになり、素子サイズが大きくなる。

ただし、上部電極 3 5 および下部電極 3 3 の少なくとも一方に、密度が $8 \text{ g}/\text{cm}^3$ 以上の金属 (例えば、 $\text{Au}: 19.3$ 、 $\text{Pt}: 21.45$ 、 $\text{Ni}: 8.9$ 、 $\text{Mo}: 10.4$ 等) を用いることにより、上部電極 3 5 あるいは下部電極 3 3 の面積を増やすことなく所定の周波数を得ることができる。

上記受信側フィルタ 6 の各共振子についてより詳細に説明する。

ZnO は、 AlN よりも電気機械結合係数が大きい ($k_t = 0.30$)。

したがって、受信側フィルタ 6 の各共振子では、 k_{eff}^2 を大きくすることができる。

なお、 ZnO は、 AlN よりも熱伝導率は低い (熱伝導率 $\text{W}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C}) = 4$)。

また、上記受信側フィルタ 6 の各共振子では、 SiO_2 からなる絶縁膜 4 1 を用いているため、 ZnO からなる圧電薄膜 4 4 との温度係数が逆となっている。

そのため、圧電薄膜 4 4 と絶縁膜 4 1 とで互いに温度変化を打ち消し合い、上記受信側フィルタ 6 の各共振子における温度特性を向上させることができる。

また、上記送信側フィルタ 5 の各共振子では、圧電薄膜 3 4 に k_{eff}^2 の小さい AlN を

用いているため、前記受信側フィルタに比べ共振子の k^2_{eff} は小さくなる。

この場合、図1に示すように送信側フィルタ5の並列共振子12a、12bには、インダクタンス13a、13bが接続されているので、通過帯域を低域側に広げることができ、所望の帯域幅を得ることができる。

5 〔実施の形態2〕

本発明の他の実施の形態について図4ないし図8に基づいて説明すれば、以下の通りである。

なお、説明の便宜上、前記実施の形態1にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

10 本実施の形態では、受信側フィルタ6の各共振子における絶縁膜41が、図4に示すように、基板42上から順に、絶縁膜41a、絶縁膜41bの2層からなっている構成である。

本実施の形態では、上記絶縁膜41aを Al_2O_3 、上記絶縁膜41bを SiO_2 とすることが好ましい。

15 この構成では、 ZnO からなる圧電薄膜44と、 SiO_2 からなる絶縁膜41bとでは圧縮応力がかかり、 Al_2O_3 からなる絶縁膜41aでは引っ張り応力がかかる。

これにより、ダイヤフラムの強度を安定させることができる。

また、本実施の形態では、上記絶縁膜41aを AlN としてもよい。

20 この場合に、 AlN からなる絶縁膜41aと、 SiO_2 からなる絶縁膜41bとの温度係数が逆となっている。

そのため、絶縁膜41aと絶縁膜41bとで互いに温度変化を打ち消し合い、上記受信側フィルタ6の各共振子における温度特性を向上させることができる。

さらに、 AlN は、 Al_2O_3 よりも熱導電性に優れるため、放熱性を向上させることができる。

25 上記の構成では、 k^2_{eff} を大きくすることができる。

これは、上記絶縁膜41bの SiO_2 の音響インピーダンスが $1.3 \times 10^7 (\text{N} \cdot \text{s} / \text{m}^3)$ であり、圧電薄膜44の ZnO ($3.5 \times 10^7 (\text{N} \cdot \text{s} / \text{m}^3)$)、絶縁膜41aである Al_2O_3 ($3.9 \times 10^7 (\text{N} \cdot \text{s} / \text{m}^3)$)、 AlN ($3.5 \times 10^7 (\text{N} \cdot \text{s} / \text{m}^3)$)よりも小さいためである。

30 つまり、圧電薄膜44と絶縁膜41bとの界面での音波の反射が大きく、圧電薄膜44に音波のエネルギーが集中するため、 k^2_{eff} を大きくすることができる。

図5の振動の変位図に示すように、圧電薄膜44の ZnO における振動の変位のほうが、絶縁膜41bの SiO_2 における振動の変位より大きくなっていることがわかる。

上記圧電薄膜 4 4、 Al_2O_3 からなる絶縁膜 4 1 a、 SiO_2 からなる絶縁膜 4 1 b の膜厚は、図 6 に示すように、 $k_{2\text{eff}}$ が大きくなるという観点からは、圧電薄膜 4 4 の膜厚：
(Al_2O_3 からなる絶縁膜 4 1 a の膜厚 + SiO_2 からなる絶縁膜 4 1 b の膜厚) の膜厚比
が、0.7 ~ 1.3 であることが好ましい。

5 さらに、図 7 に示すように、Q 値が高くなるという観点では、0.6 ~ 0.8 となる
ことが好ましい。

また、図 8 に示すように、周波数温度変化率 (TCF) の絶対値が小さくなるという
観点では、絶縁膜 4 1 a (Al_2O_3) : 絶縁膜 4 1 b (SiO_2) が 1 以上であることが好ま
しい。

10 ただし、絶縁膜 4 1 a の割合が極端に少なくなると応力バランスの問題が生じるため、
絶縁膜 4 1 a (Al_2O_3) : 絶縁膜 4 1 b (SiO_2) が 1 以上、3 以下であることがより好
ましい。

なお、上記図 6 ~ 8 では、圧電薄膜 4 4 に ZnO 、絶縁膜 4 1 a に Al_2O_3 、絶縁膜
4 1 b に SiO_2 を用いている。

15 また、圧電薄膜 4 4 を挟み込む上部電極 4 5、下部電極 4 3 に Al を用い、膜厚を 1
80 nm としている。

上記の条件で、絶縁膜 4 1 b (SiO_2) と絶縁膜 4 1 a (Al_2O_3) との膜厚比を 3 :
1 ~ 1 : 3 まで変化させたときの計算結果を示している。

各膜厚の絶対量は、共振子の周波数帯を 1900 MHz になるようにすることにより
20 決定している。

〔実施の形態 3〕

本発明のさらに他の実施の形態について図 9 ないし図 17 に基づいて説明すれば、以
下の通りである。

25 なお、説明の便宜上、前記実施の形態 1 および実施の形態 2 にて示した各部材と同一
の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

本実施の形態では、送信側フィルタ 5 の各共振子における絶縁膜 3 1 が、図 9 に示す
ように、基板 3 2 上から順に、絶縁膜 3 1 a、絶縁膜 3 1 b の 2 層からなる構成である。

本実施の形態では、絶縁膜 3 1 a を SiO_2 、上記絶縁膜 3 1 b を AlN とすることが
好ましい。

30 この場合に、 AlN は熱伝導性に優れるため、素子の放熱性を向上させることができ
る。

これにより、素子の高耐電力化、長寿命化、信頼性向上を図ることができる。

また、本実施の形態では、絶縁膜 3 1 a を SiO_2 、絶縁膜 3 1 b を Al_2O_3 としても

よい。

この構成では、 SiO_2 からなる絶縁膜31aでは圧縮応力がかかり、 Al_2O_3 からなる絶縁膜31bでは引っ張り応力がかかる。

これにより、ダイヤフラムの強度を安定させることができる。

5 上記の構成では、TCF（周波数温度変化率）の絶対値を小さくすることができる。

これは、圧電薄膜34あるいは絶縁膜31bに用いられる ZnO 、 Al_2O_3 、 AlN の温度係数が負である（温度上昇によって周波数が低下する）のに対して、絶縁膜31aに用いられる SiO_2 の温度係数が正となっているからである。

10 また、図10の振動の変位図（ここでは、圧電薄膜34に ZnO を用いている）に示すように、圧電薄膜34の ZnO における振動の変位が、絶縁膜31aの SiO_2 の温度係数の影響を強く受け、共振子全体のTCFを正の方向にシフトする（ゼロに近づく）からであると考えられる。

15 上記圧電薄膜34、 SiO_2 からなる絶縁膜31a、 Al_2O_3 からなる絶縁膜31bを用いた場合、絶縁膜31a、絶縁膜31bの膜厚は、図11および図12に示すように、 k^2_{eff} が大きくなるという観点およびQ値が高くなるという観点からは、圧電薄膜34の膜厚に対する依存が小さく、特に限定されるものではないが、圧電薄膜34の膜厚： $(\text{SiO}_2$ からなる絶縁膜31aの膜厚+ Al_2O_3 からなる絶縁膜31bの膜厚)の膜厚比が、0.7～1.2であることが好ましい。

20 また、図13に示すように、周波数温度変化率（TCF）の絶対値が小さくなるという観点では、絶縁膜31a（ SiO_2 ）：絶縁膜31b（ Al_2O_3 ）が1以上であることが好ましい。

ただし、絶縁膜31a（ SiO_2 ）の割合が極端に少なくなると応力バランスの問題が生じるため、絶縁膜31a（ SiO_2 ）：絶縁膜31b（ Al_2O_3 ）が1以上、3以下であることがより好ましい。

25 なお、上記図11～13では、圧電薄膜34に ZnO 、絶縁膜31aに SiO_2 、絶縁膜31bに Al_2O_3 用いている。

また、圧電薄膜34を挟み込む上部電極35、下部電極33に Al を用い、膜厚を180nmとしている。

30 上記の条件で、絶縁膜31b（ Al_2O_3 ）と絶縁膜31a（ SiO_2 ）との膜厚比を3：1～1：3まで変化させたときの計算結果を示している。

各膜厚の絶対量は、共振子の周波数帯を1900MHzになるようにすることにより決定している。

また、図14に示すように、受信側フィルタを、2つの直列共振子と3つの並列共振

子で構成してもよい。

図 1 5 に示すように、送信側フィルタにおいて送信側端子側に直列に共振子を追加し、整合回路の構成を 2 つの直列のインダクタンスと 1 つの並列のキャパシタンスとし、さらにキャパシタンス 8 を省いてもよい。

- 5 図 1 6 に示すように、図 1 4 における送信側フィルタにおいて、直列共振子をそれぞれ 2 つの直列共振子に置き換えてもよい。

また、上記送信側フィルタ 5 および受信側フィルタ 6 における各共振子の変形例を図 1 7 に基づいて説明する。

- 10 図 1 7 に示すように、上記共振子は、基板 5 2 に形成された凹部 5 6 上に、その周縁で吊られた絶縁膜 5 1 を備えている。

そして絶縁膜 5 1 上には、下部電極 5 3、圧電薄膜 5 4、上部電極 5 5 が形成されている。

この構成においても、上記の送信側フィルタ 5 および受信側フィルタ 6 における圧電薄膜、絶縁膜の構成を適用することにより、上記と同様の効果を得ることができる。

- 15 また、送信側フィルタ 5 と、受信側フィルタ 6 との共振子において、材料が同じで、積層順序のみを代えた構成にした場合、同じ成膜装置を使用することができ、コストを削減することができる。

- 20 ここで、送信側フィルタ 5 において、圧電薄膜 3 4 に ZnO 、絶縁膜 3 1 a に SiO_2 、絶縁膜 3 1 b に AlN を用いた共振子を使用することにより Q 値が 700、 k^2_{eff} が 2.9% の特性値を達成することができる。

また、受信側フィルタ 6 において、圧電薄膜 4 4 に ZnO 、絶縁膜 4 1 a に Al_2O_3 、絶縁膜 4 1 b に SiO_2 を用いた共振子を使用することにより、 Q 値が 400、 k^2_{eff} が 5.3% の特性値を達成することができる。

- 25 これらの送信側フィルタ 5 と、受信側フィルタ 6 とにおける挿入損失の周波数特性を図 1 8、1 9 に示す。

これら図 1 8、1 9 からわかるように、送信側フィルタ 5 では、並列共振子にインダクタンスを接続しているため、 k^2_{eff} が小さいにも関わらず帯域幅を低域側に広げることができる。

- 30 これに対して、受信側フィルタ 6 では、 k^2_{eff} を大きくしているため、帯域幅を大きくすることができる。

図 1 9 からわかるとおり、3.5 dB 落ちの帯域幅を、送信側フィルタ 5 では 80 MHz、受信側フィルタ 6 では 68 MHz 確保することができる。

比較例として、受信側フィルタ 6 において、圧電薄膜 4 4 に ZnO 、絶縁膜 4 1 a に

SiO₂、絶縁膜41bにAlNを用いた共振子を使用することにより、Q値を700、 k^2_{eff} を2.9%の特性値とした場合には、図20、21に示すように、受信側フィルタ6の3.5dB落ちの帯域幅は36MHzしか確保することができない。

〔実施の形態4〕

5 本実施の形態では、図22に示す、圧電薄膜共振子100における共振特性について検討を行った。

上記圧電薄膜共振子100は、シリコン(Si)からなる支持基板(基板)102を備えている。

10 また、この支持基板102上には、順に、下部電極(電極)103、ZnOからなる圧電薄膜104、および上部電極(電極)105を備えている。

さらに、支持基板102は、支持基板102を厚さ方向に貫通し、他方の下部電極103まで達する開口部(空洞部)を備えている。

上記開口部(空洞部)に面して、ダイヤフラムが形成されている。

15 上記圧電薄膜共振子100において、上部電極105と下部電極103とを同一の材料および同一の膜厚として検討を行った。

本実施例にて用いた電極の材料は、アルミニウムAl、モリブデンMo、銅Cu、タングステンW、白金Ptである。

20 各電極の材料における、共振子の全膜厚(上部電極105の膜厚+圧電薄膜104の膜厚+下部電極103の膜厚)に対する圧電薄膜の膜厚の割合(圧電膜厚比)に対する、電気機械結合係数(k^2_{eff})を示した検討結果を図23に示す。

図23より、圧電膜厚比を最適に選択した場合、上記5種類の電極の材料の中で、電気機械結合係数(k^2_{eff})が最も大きくなるのは、Wであり、以下、Pt、Mo、Cu、Alの順であった。

25 各電極の材料におけるおよその音響インピーダンスおよび抵抗率は、表1のとおりである。

【表 1】

電極の材料	音響インピーダンス ($\text{N s} / \text{m}^3$)	抵抗率 ($\mu \Omega \text{ cm}$)
W	1.0×10^8	5.5
Pt	7.5×10^7	10.6
Mo	6.9×10^7	5.7
Cu	3.9×10^7	1.7
Al	1.7×10^7	2.7

図 23 および表 1 より、音響インピーダンスの高い材料を選択するほど電気機械結合
5 係数 (k_{eff}^2) を高くすることができることがわかる。

上記実施の形態 1 ないし 3 に示したとおり、デュプレクサの高周波側に位置するフィルタ（例えば、受信側フィルタ）には電気機械結合係数 (k_{eff}^2) の大きい共振子を用いる必要がある。

また、低周波側に位置するフィルタ（例えば、送信側フィルタ）には、外部にインダクタンスを付与することによって帯域を伸張することが可能であるので、電気機械結合係数 (k_{eff}^2) の小さい共振子を用いてもフィルタの急峻さを確保することができる。

したがって、受信側フィルタでは、電極に電気機械結合係数 (k_{eff}^2) を大きくすることができる音響インピーダンスの高い材料を用いることが好ましい。

また、送信側フィルタでは、電極に音響インピーダンスが低い、抵抗率の小さい銅
15 やアルミニウムを用いることで、特性の良好なデュプレクサを作製することができる。

【実施の形態 5】

本実施の他の形態について図 25 に基づいて説明すれば、以下のとおりである。

なお、説明の便宜上、前記実施の形態 1 ないし 4 にて示した各部材と同一の機能を有する部材には、同一の符号を付記し、その説明を省略する。

20 本実施の形態では、受信側フィルタ 6 の各共振子は、図 25 に示すように、基本波を用いる構成にすることが出来る。

基本波を用いる共振子は、図 2 ～ 4 および図 9 に示す、2 倍波を用いる共振子よりも k_{eff}^2 を大きくすることが出来る。

よって、受信側フィルタに必要とされる通過帯域を確保することが出来る。

25 例えば、受信側フィルタ 6 の各共振子を、A1N からなる圧電薄膜を有し、基本波を

用いる共振子とし、送信側フィルタ 5 の各共振子を、ZnO からなる圧電薄膜を有し、2 倍波を用いる共振子をすることで、良好な特性のデュプレクサを実現することが出来る。

次に、上記実施の形態に記載のデュプレクサを用いた通信装置について図 24 に基づき説明する。

- 5 上記通信装置 600 は、受信を行うレシーバ側 (Rx 側) として、アンテナ 601、アンテナ共用部/RFTop フィルタ 602、アンプ 603、Rx 段間フィルタ 604、ミキサ 605、1st IF フィルタ 606、ミキサ 607、2nd IF フィルタ 608、1st + 2nd ローカルシンセサイザ 611、TCXO (temperature compensated crystal oscillator (温度補償型水晶発振器)) 612、デバイダ 613、ローカルフィルタ 614 を
10 備えて構成されている。

Rx 段間フィルタ 604 からミキサ 605 へは、図 12 に二本線で示したように、バランス性を確保するために各平衡信号にて送信することが好ましい。

- また、上記通信装置 600 は、送信を行うトランシーバ側 (Tx 側) として、上記アンテナ 601 及び上記アンテナ共用部/RFTop フィルタ 602 を共用するとともに、
15 Tx IF フィルタ 621、ミキサ 622、Tx 段間フィルタ 623、アンプ 624、カプ
 ラ 625、アイソレータ 626、APC (automatic power control (自動出力制御)) 627
 を備えて構成されている。

そして、上記の Rx 段間フィルタ 604、RFTop フィルタ 602 には、上述した本実施の形態に記載のデュプレクサが好適に利用できる。

- 20 本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせ得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。

産業上の利用可能性

- 25 本発明の圧電薄膜共振子を有するフィルタを備える分波器は、携帯電話等の通信装置に適用することができる。

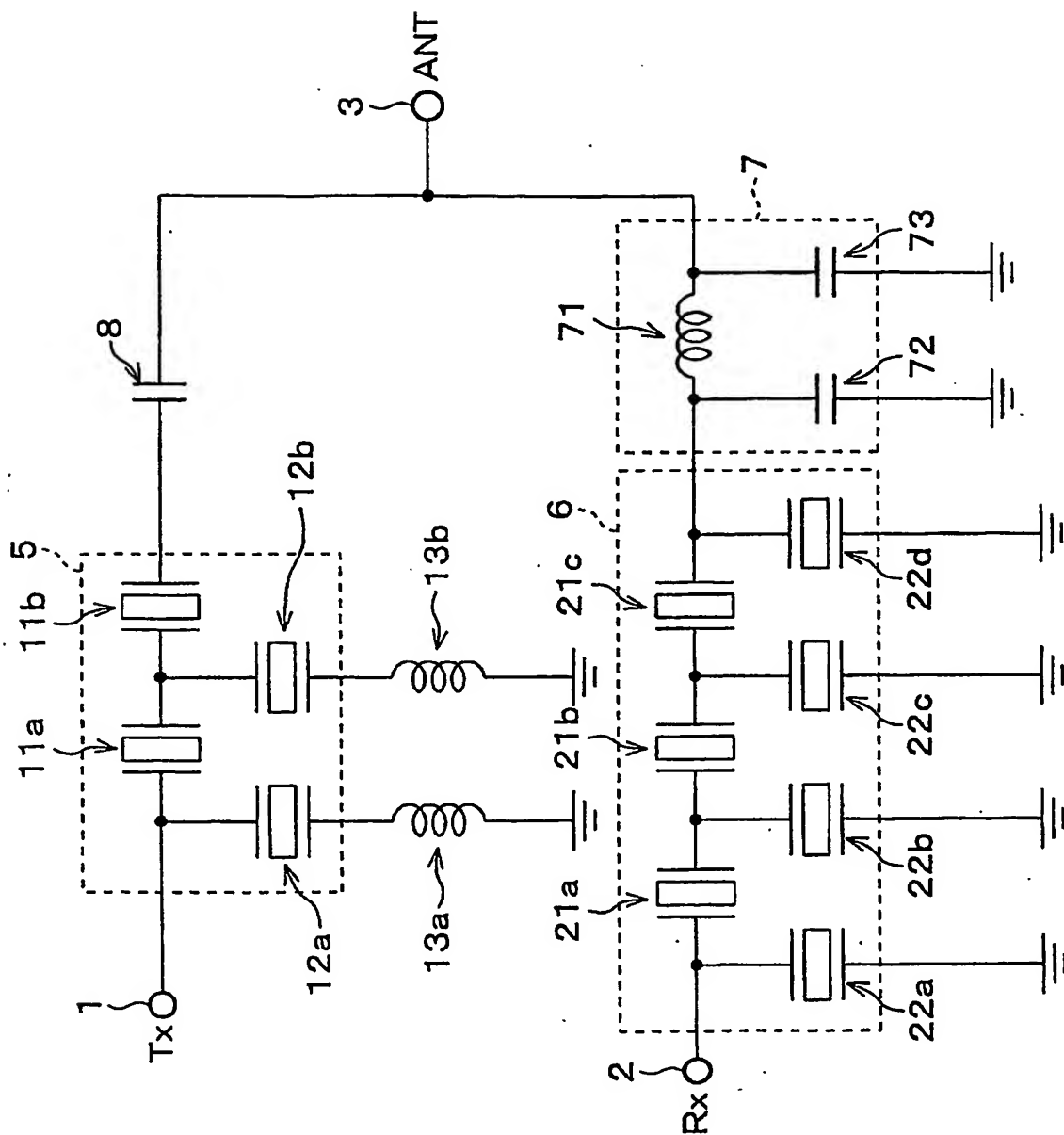
請 求 の 範 囲

1. 少なくとも一対の対向する電極で挟まれている少なくとも1層の圧電薄膜を有する圧電薄膜共振子が、基板の開口部若しくは凹部上に、梯子型に配置されている送信側フィルタ及び受信側フィルタを備え、該送信側フィルタと該受信側フィルタとをアンテナ端子に並列接続してなる分波器であって、前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とが互いに異なる構造を有することを特徴とする分波器。
2. 前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とは、互いに異なる圧電膜を有することを特徴とする請求項1に記載の分波器。
3. 前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の圧電膜はAlNからなり、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の圧電膜はZnOからなることを特徴とする請求項2に記載の分波器。
4. 前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とは、電極の材料が互いに異なることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1項に記載の分波器
5. 前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とは、電極の材料の音響インピーダンスが互いに異なることを特徴とする請求項4に記載の分波器。
6. 前記受信側フィルタの通過帯域は送信側フィルタよりも高周波側に位置しており、受信側フィルタを構成する電極の材料の音響インピーダンスは、送信側フィルタを構成する電極の材料の音響インピーダンスよりも高いことを特徴とする、請求項4または5に記載の分波器。
7. 前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子は、2倍波を用い、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子は、基本波を用いることを特徴とする、請求項1ないし6のいずれか1項に記載の分波器。
8. 前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子と、前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子とは、基板の開口部若しくは凹部上に、互いに異なる絶縁膜を有することを特徴とする請求項1ないし7のいずれか1項に記載の分波器。
9. 前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜がSiO₂からなることを特徴とする請求項8に記載の分波器。

10. 前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順に SiO_2 、 Al_2O_3 の2層からなることを特徴とする請求項8に記載の分波器。
11. 前記受信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順に SiO_2 、 AlN の2層からなることを特徴とする請求項8に記載の分波器。
12. 前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順に AlN 、 SiO_2 の2層からなることを特徴とする請求項8ないし11のいずれか1項に記載の分波器。
13. 前記送信側フィルタを構成する圧電薄膜共振子の絶縁膜が、圧電薄膜に近い方から順に Al_2O_3 、 SiO_2 の2層からなることを特徴とする請求項8ないし11のいずれか1項に記載の分波器。
14. 請求項1ないし13のいずれか1項に記載の分波器を搭載したことを特徴とする、通信装置。

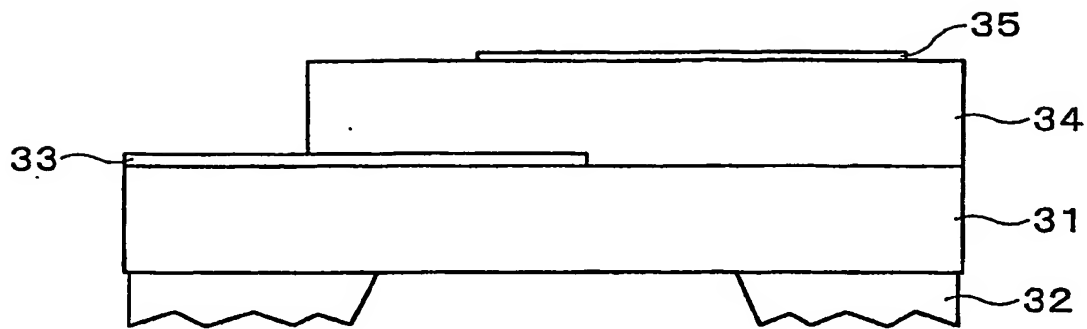
1/25

図 1



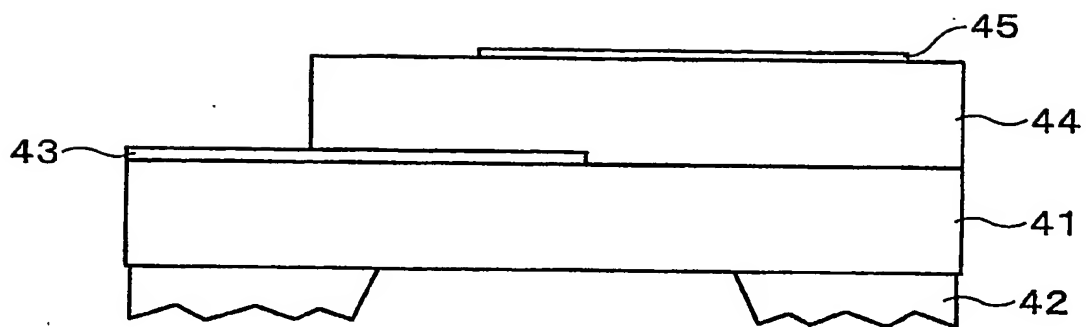
2/25

図 2



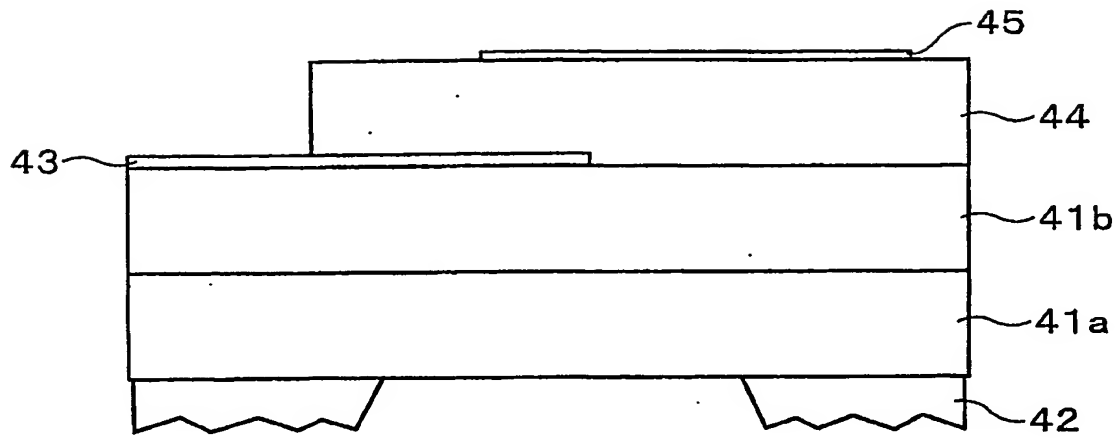
3/25

図 3



4/25

図 4



5/25

图 5

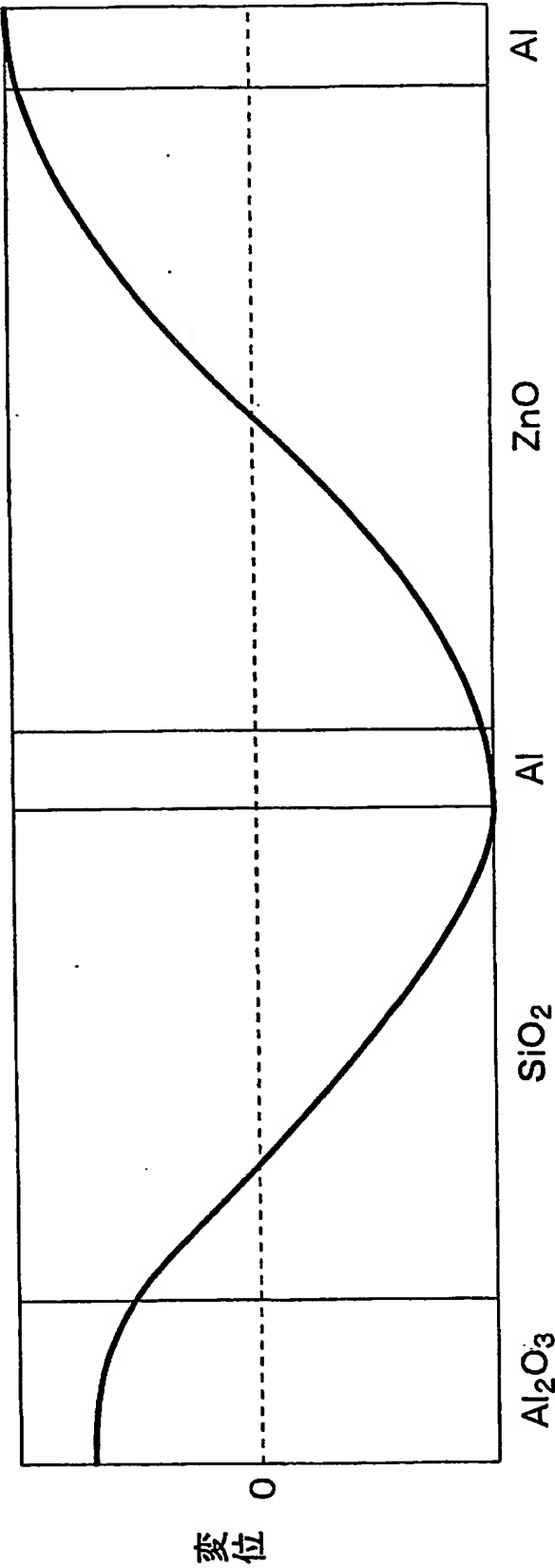
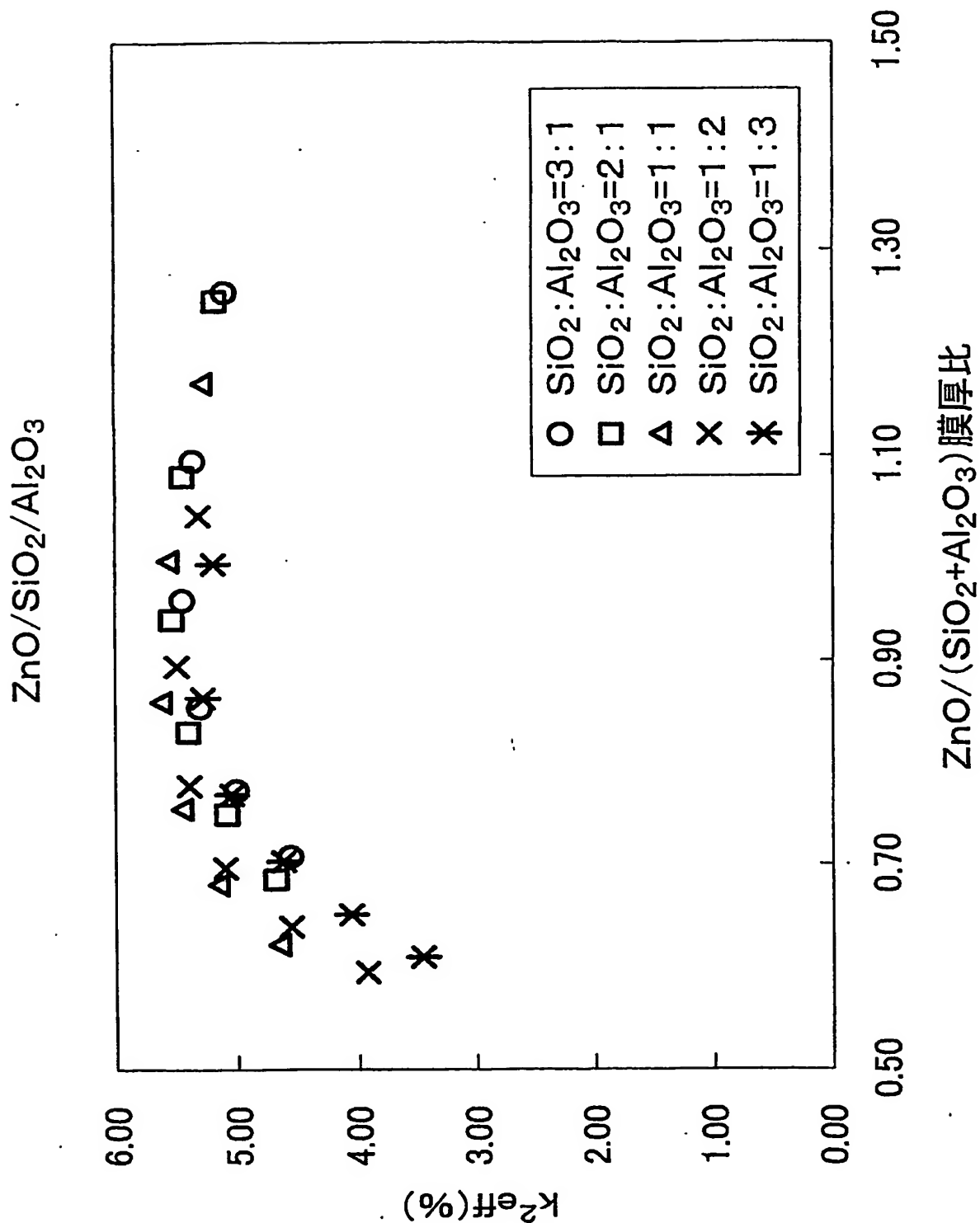
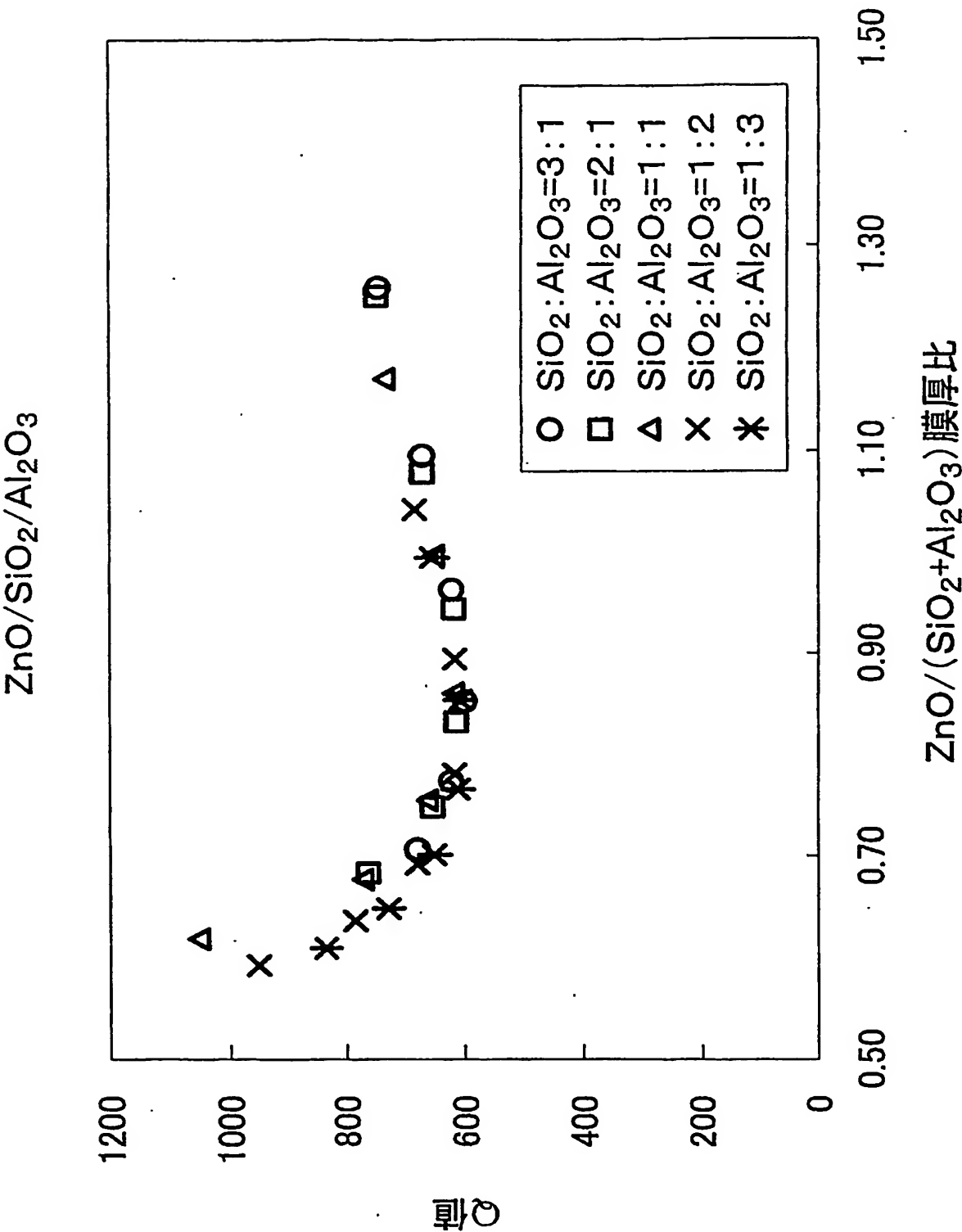


図 6



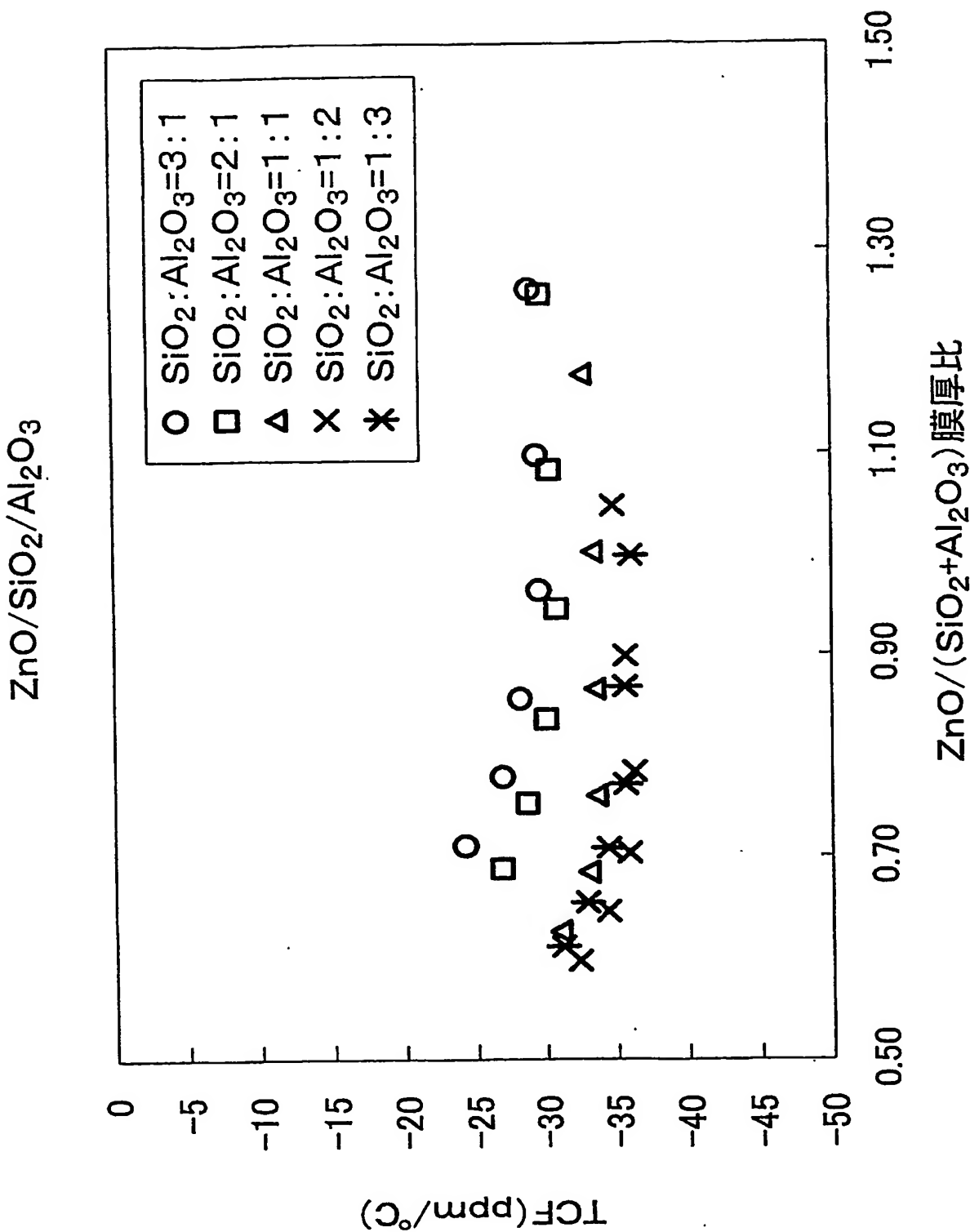
7/25

図 7



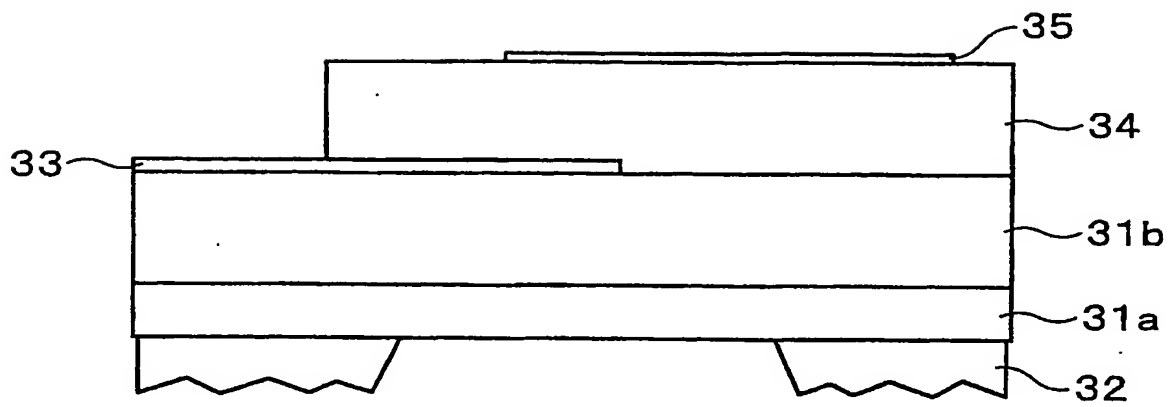
8/25

図 8



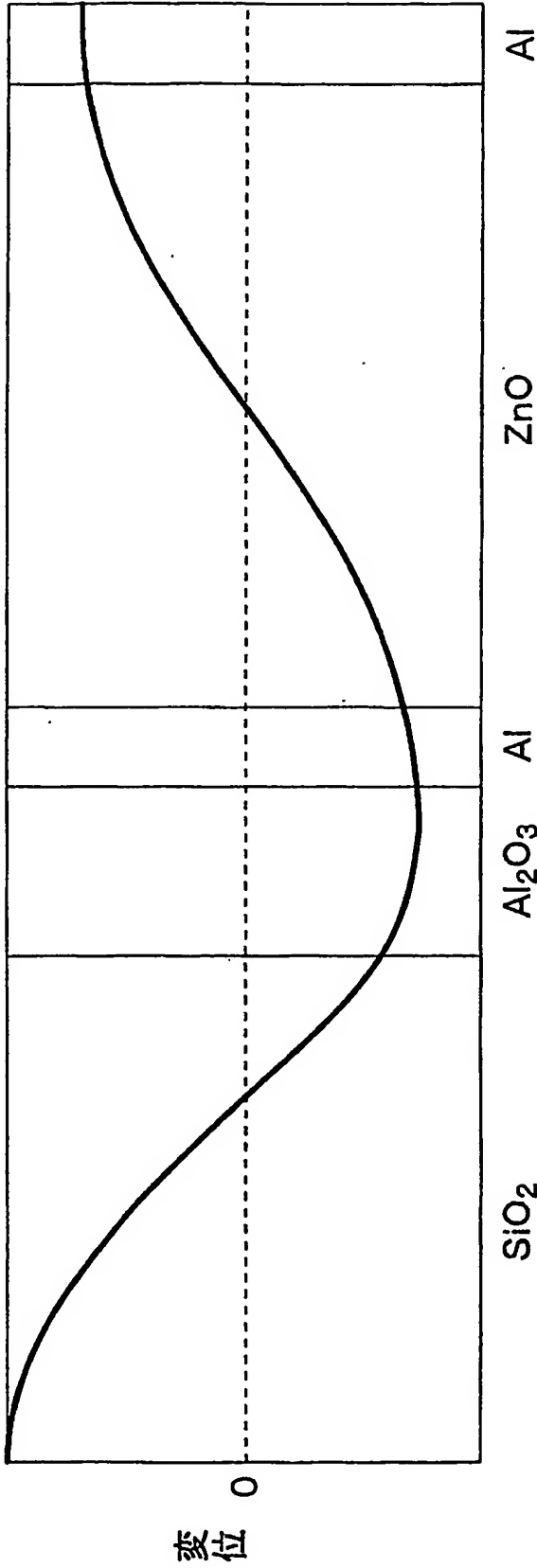
9/25

図 9



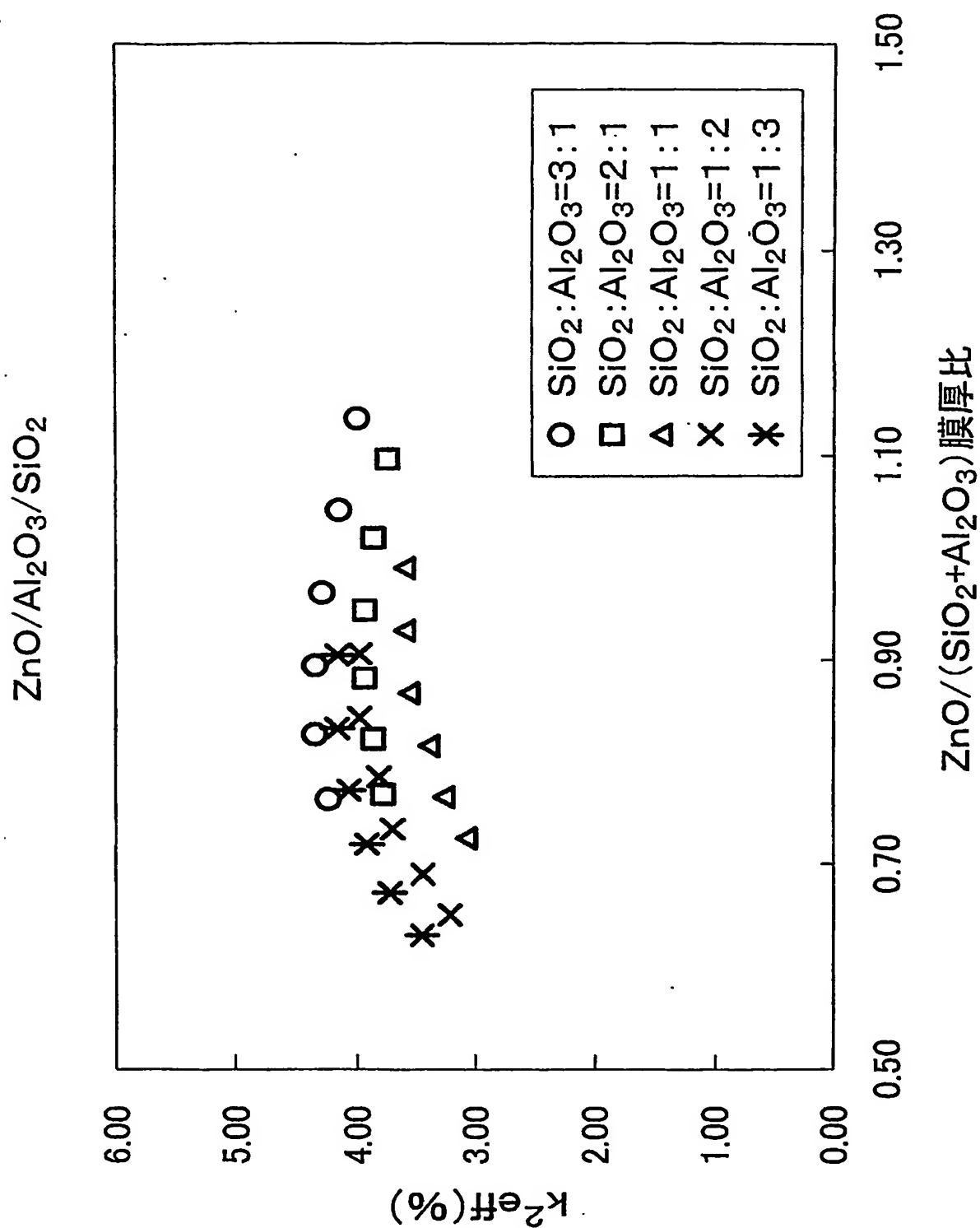
10/25

図 10



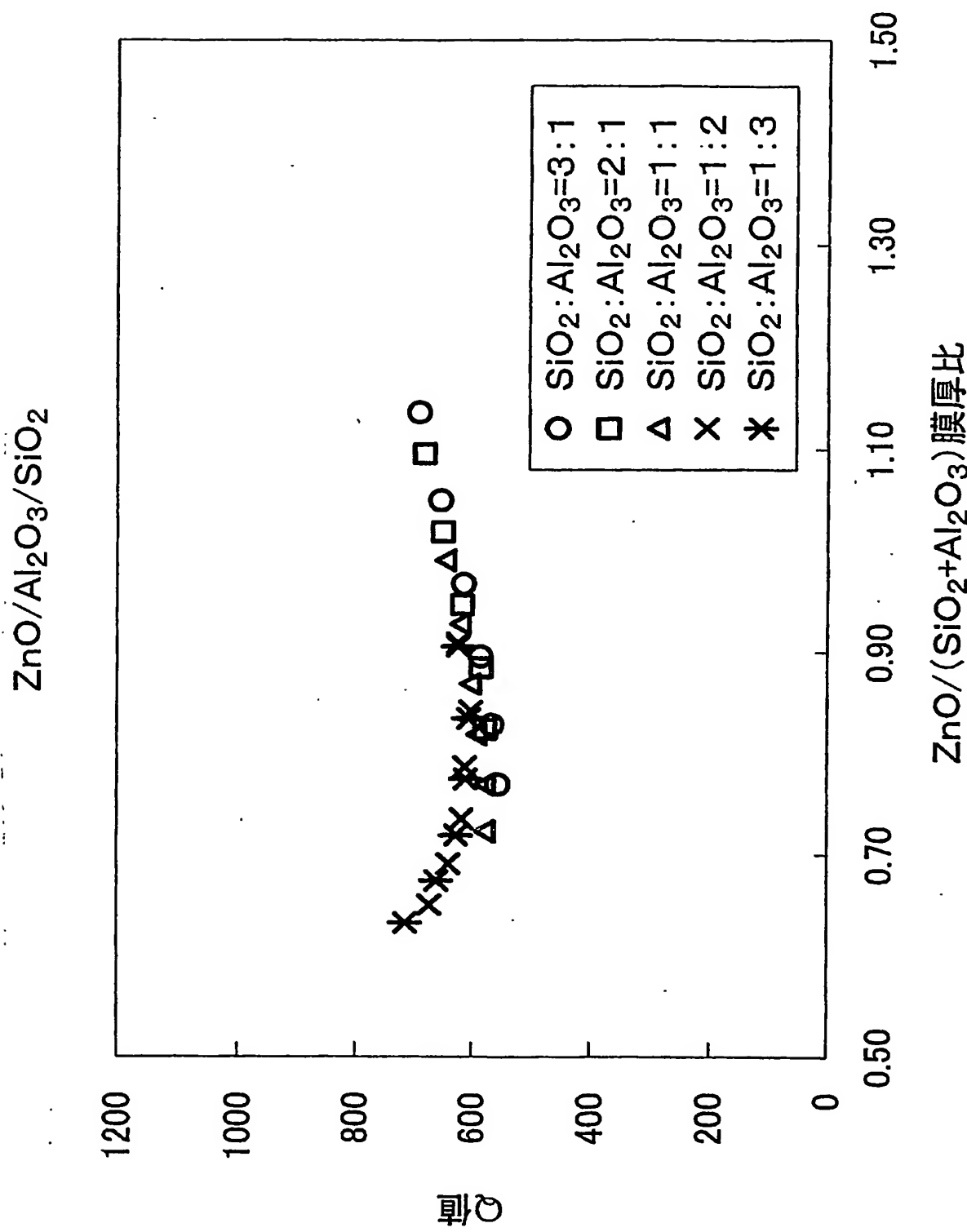
11/25

図 11



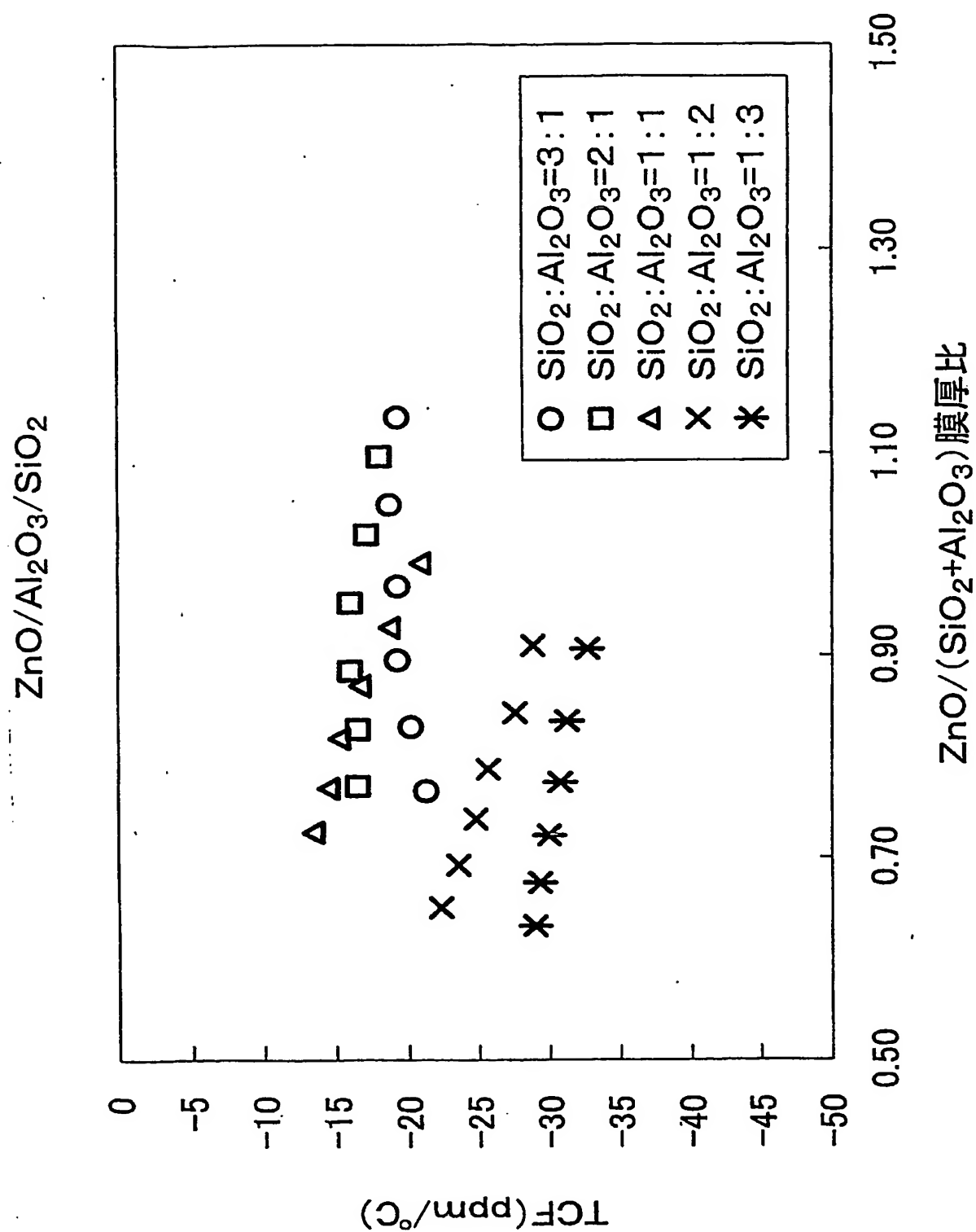
12/25

図 12



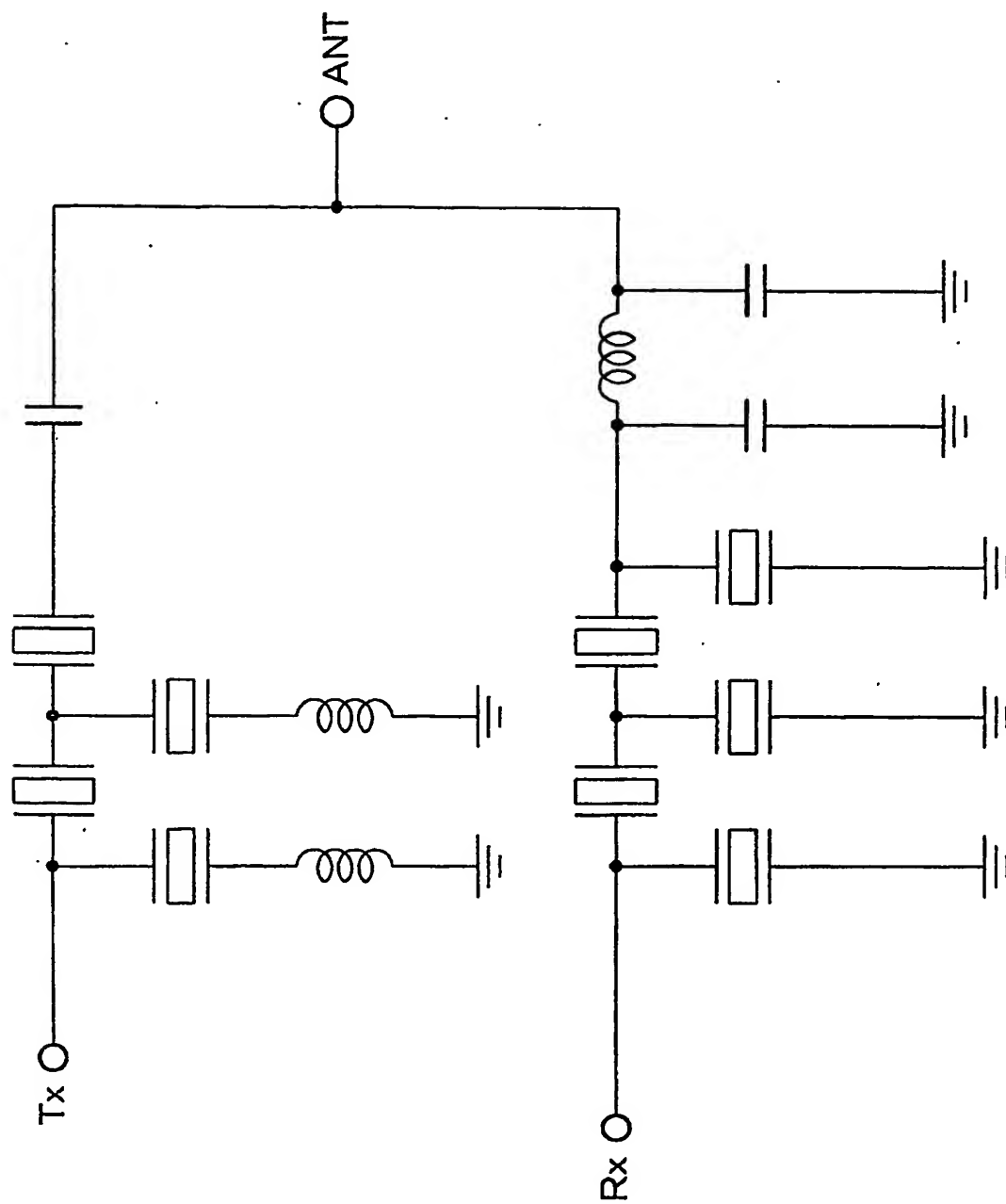
13/25

図 13



14/25

图 14



15/25

図 15

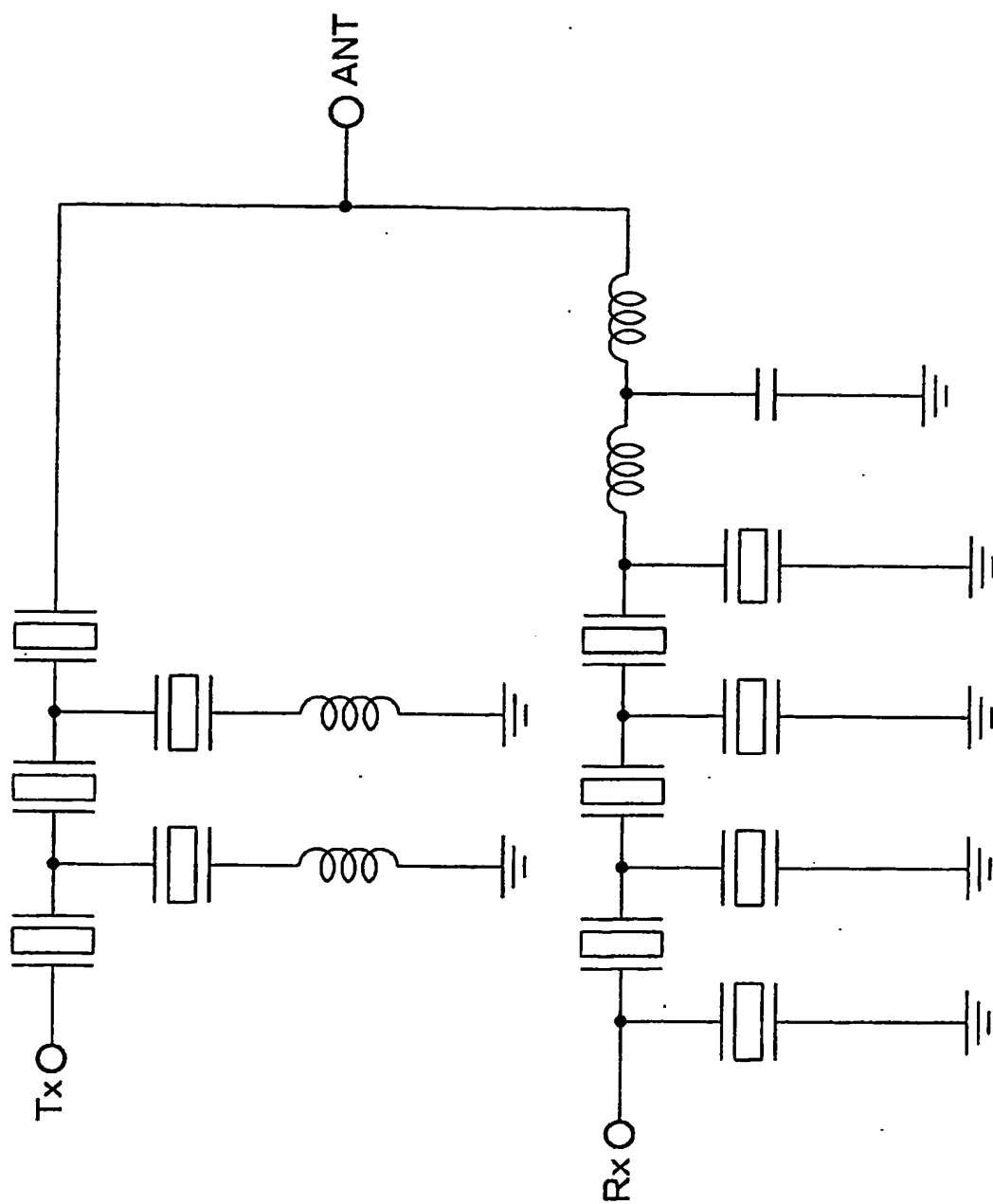
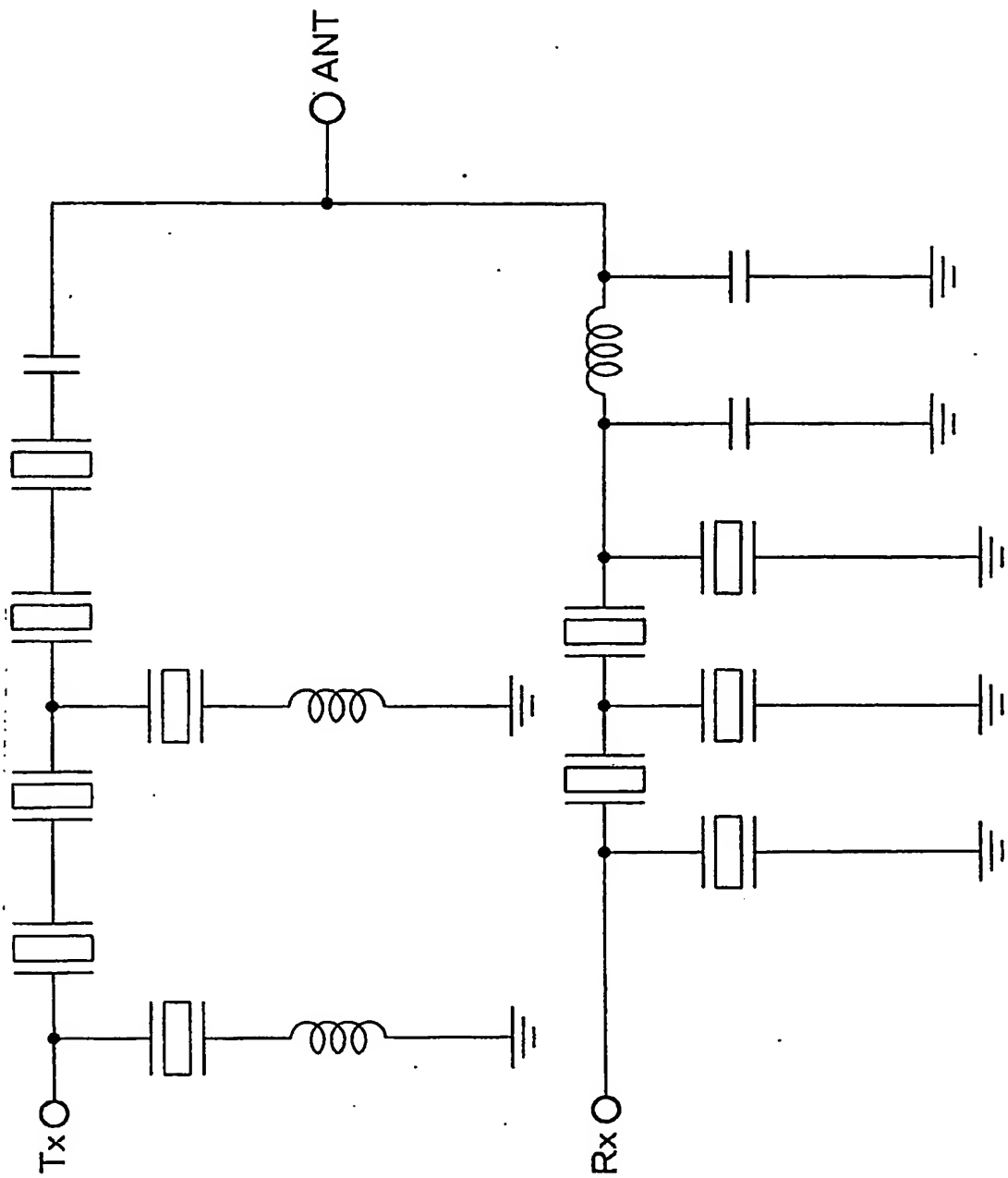
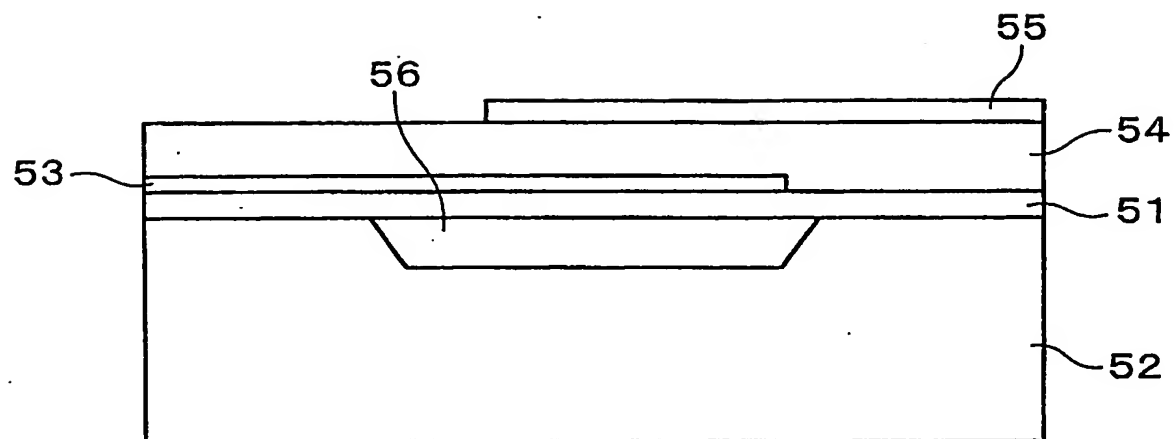


図 16



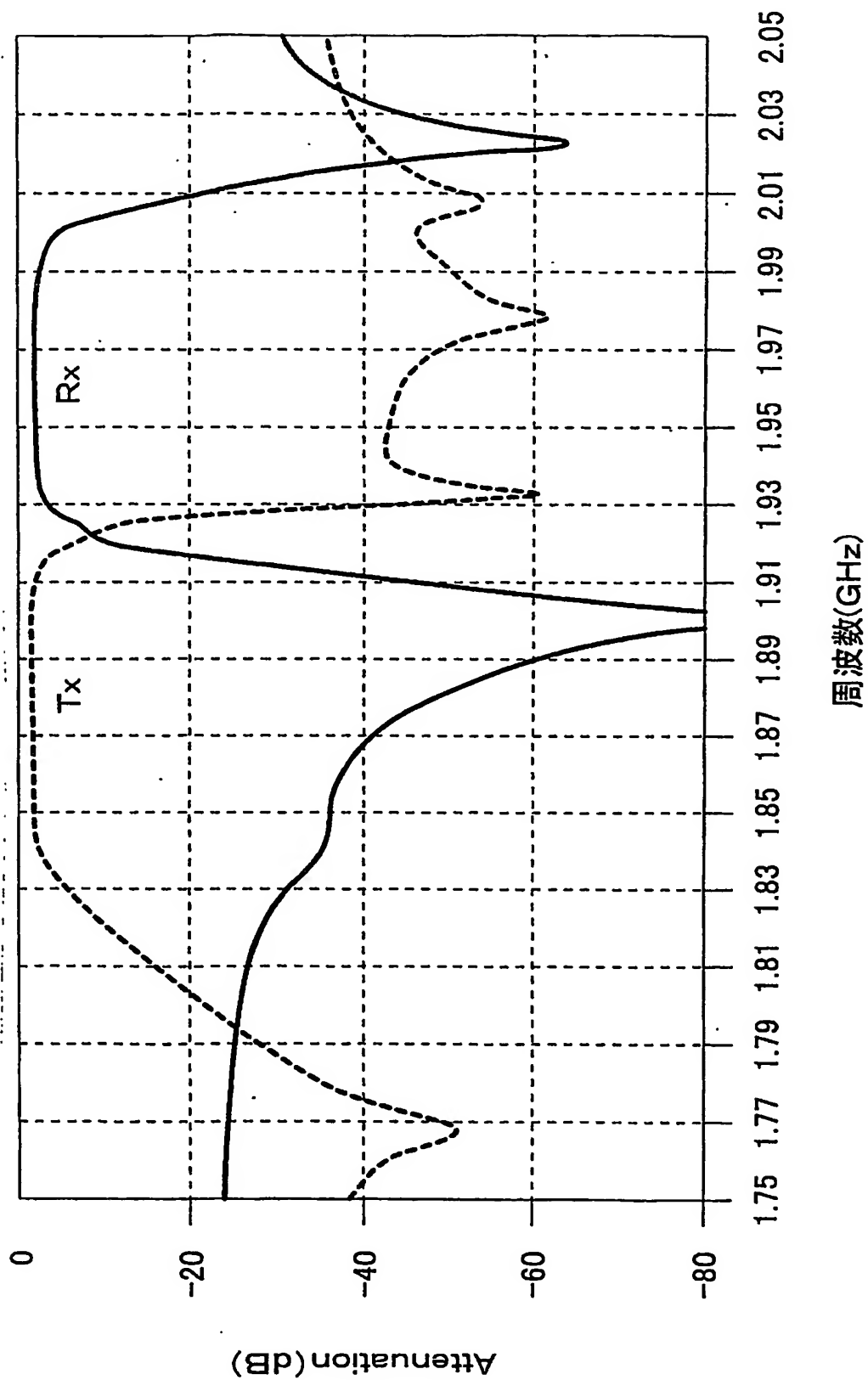
17/25

図 17



18/25

図 18



19/25

図 19

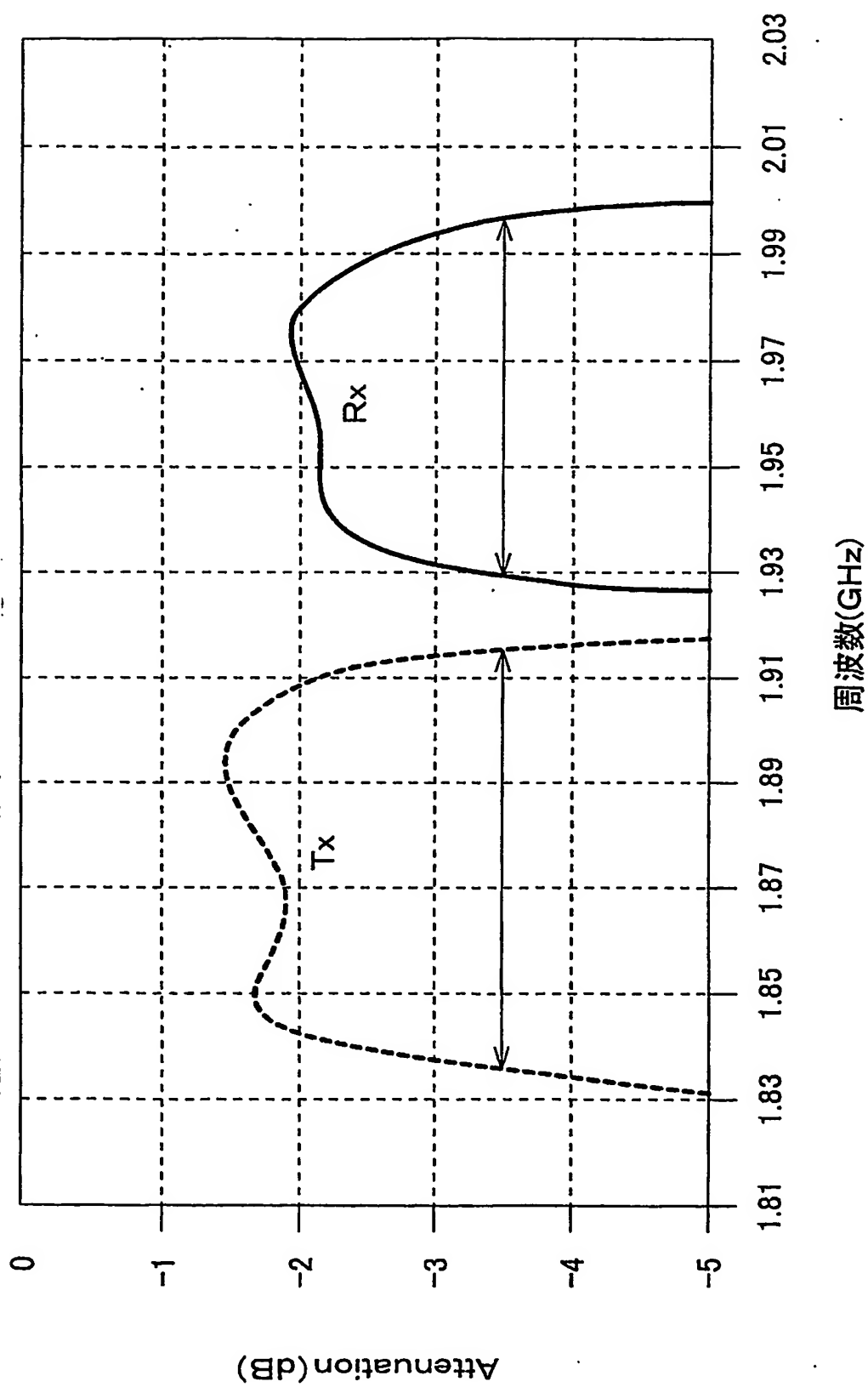


図 20

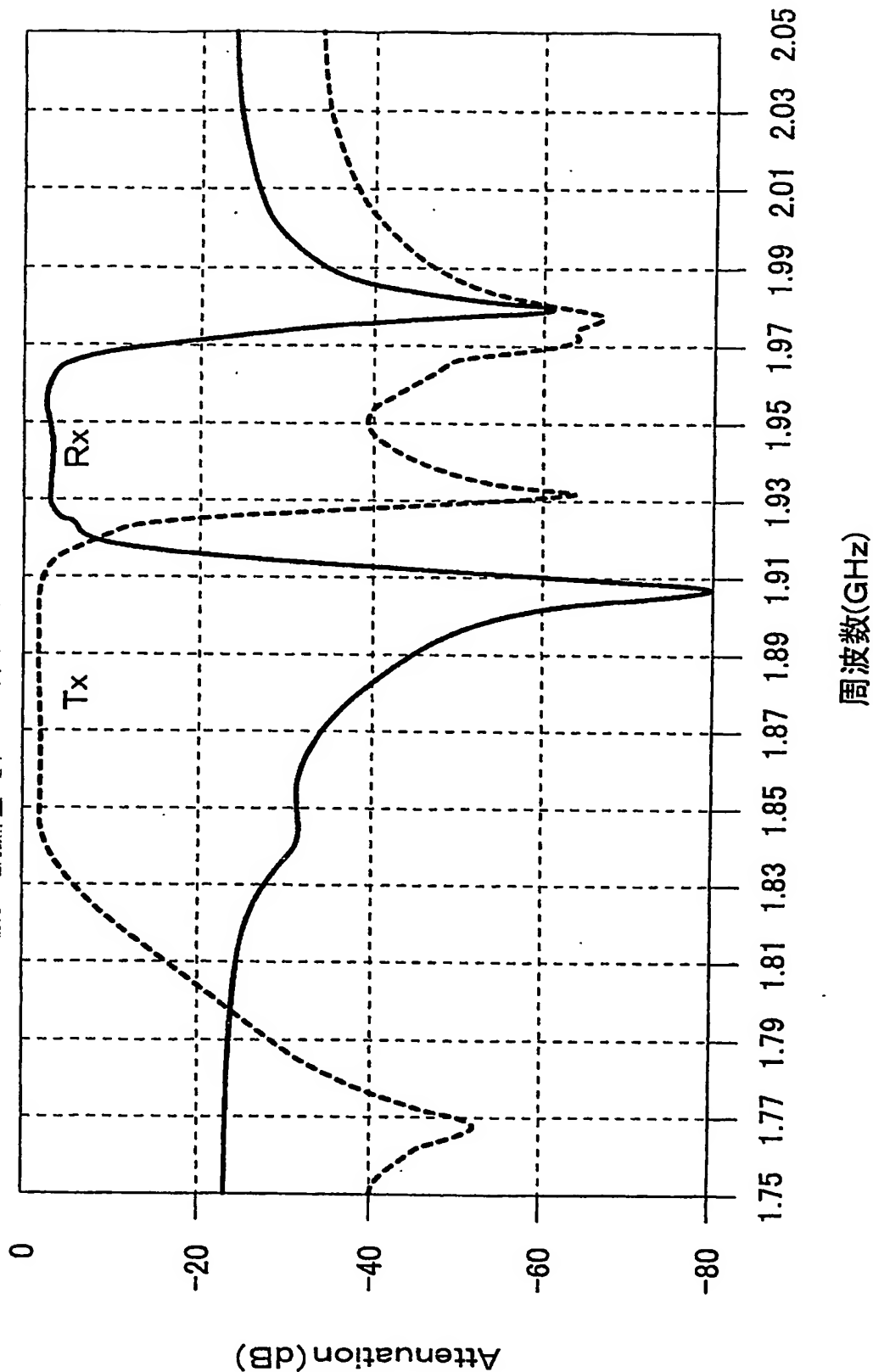
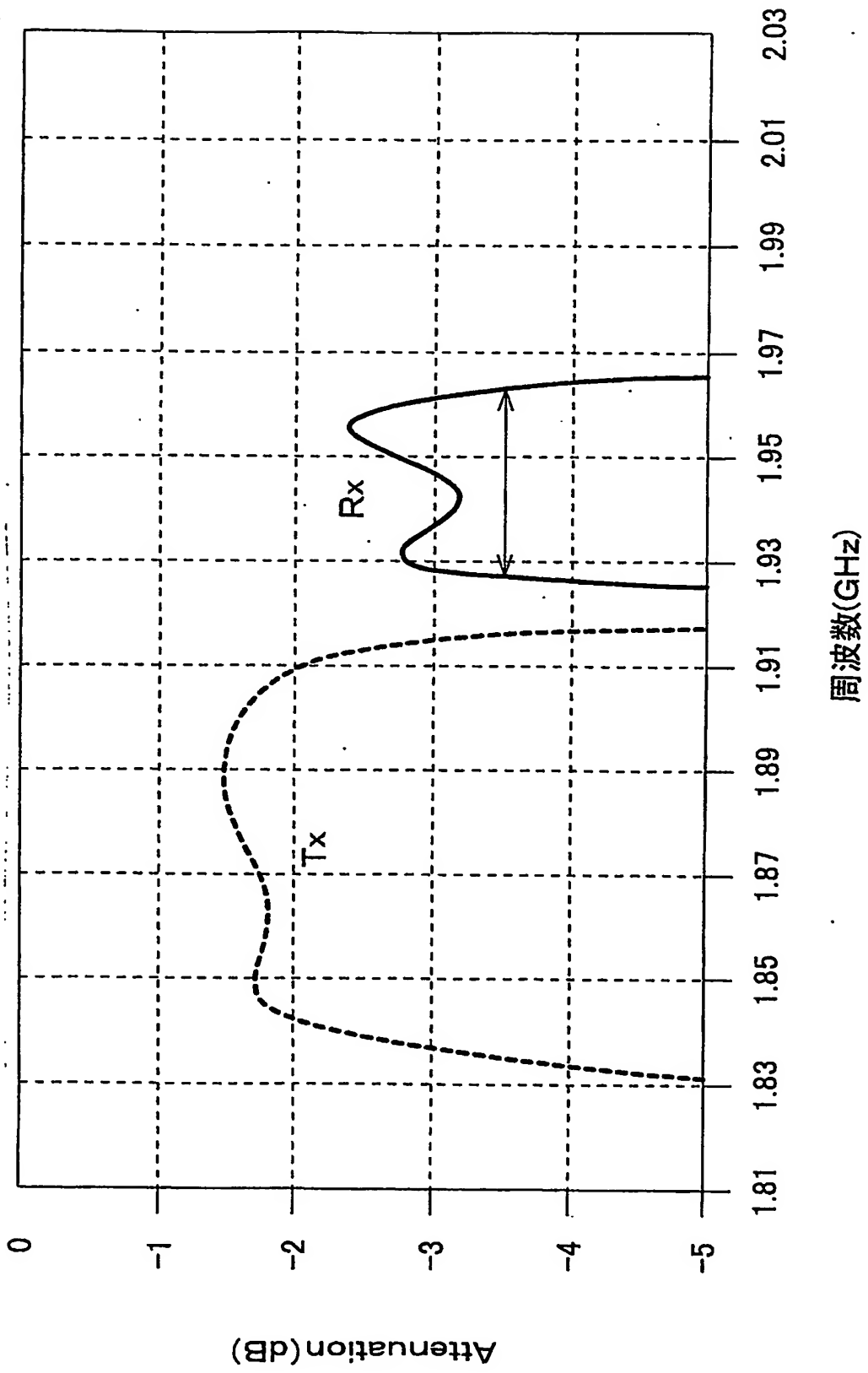
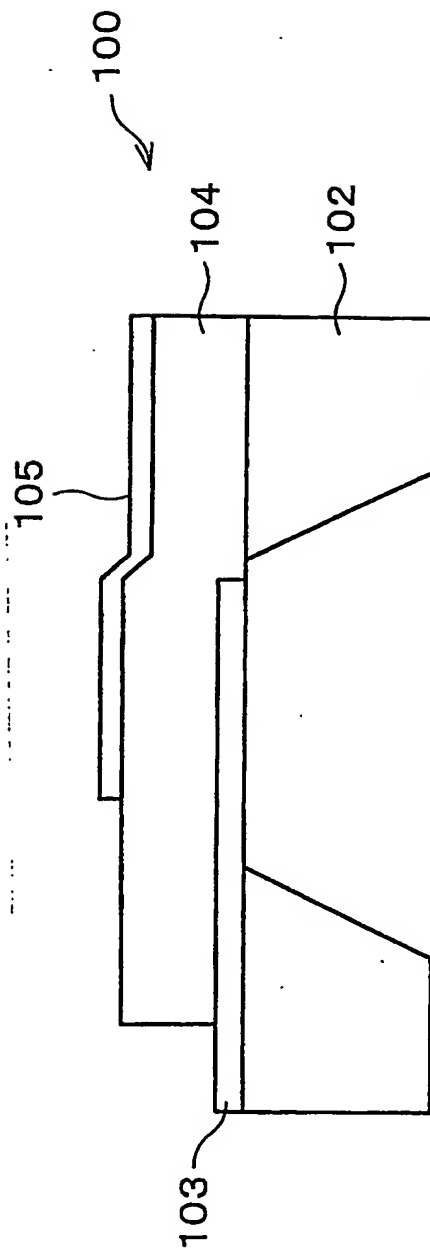


図 21



22/25

図 22



23/25

図 23

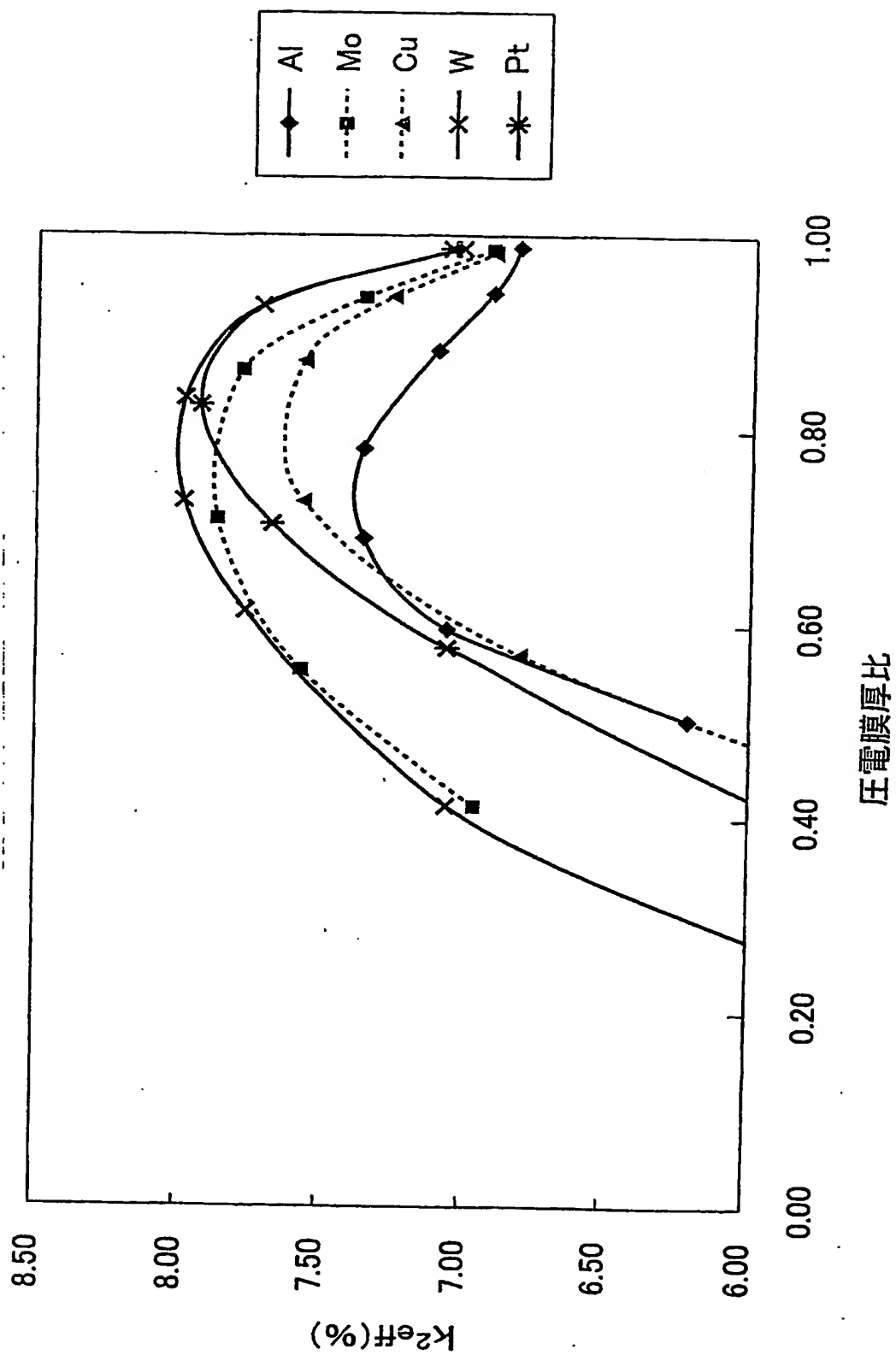
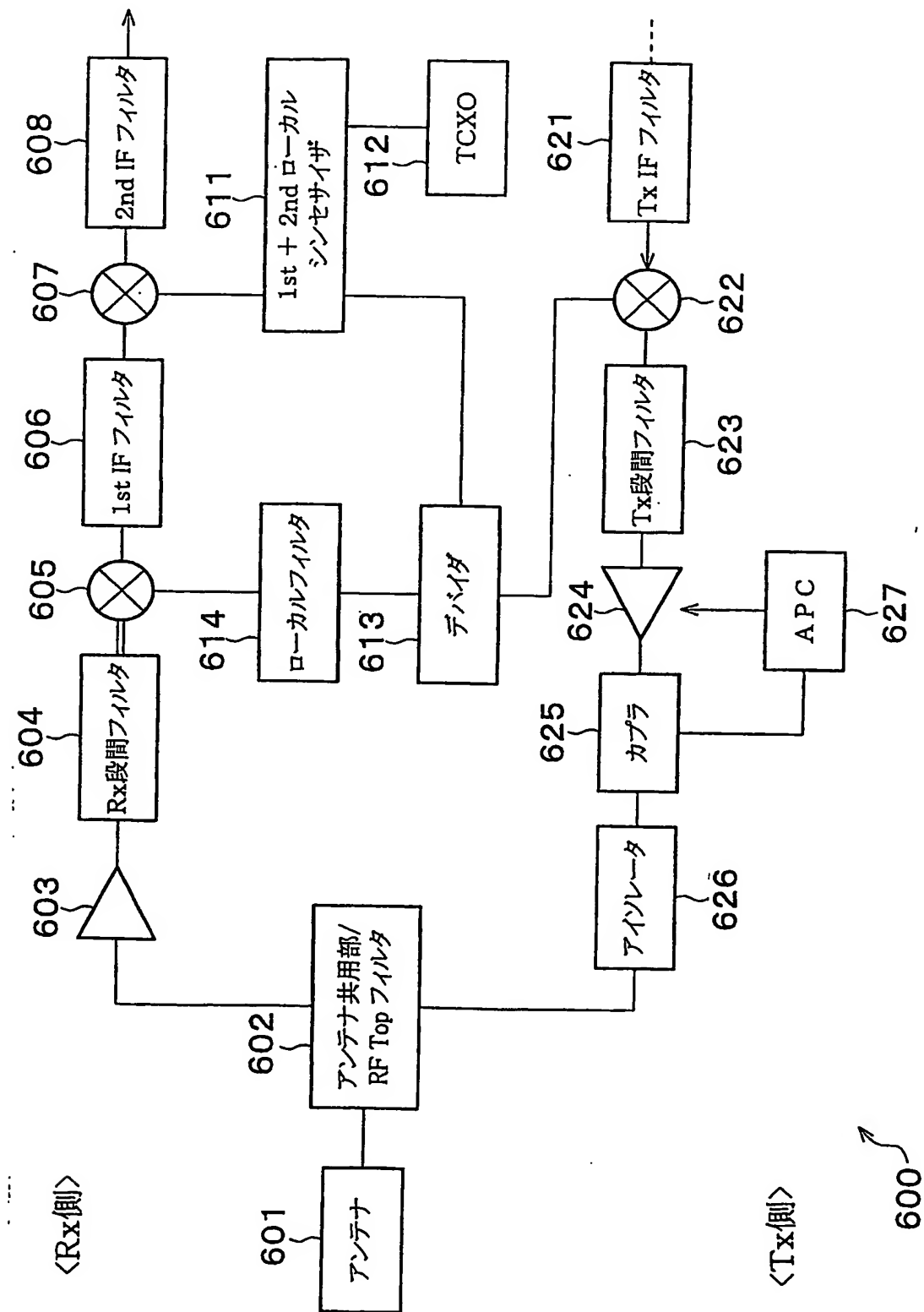
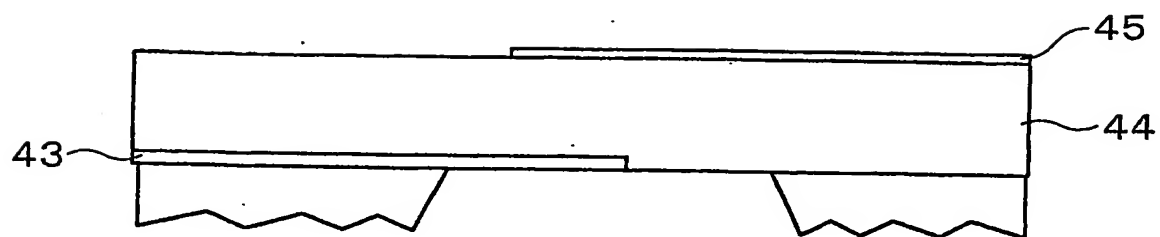


図 24



25/25

図 25



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13037

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl.⁷ H03H9/70, H03H9/58

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl.⁷ H03H3/007-9/74

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2004	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JOIS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y A	EP 1253713 A2. (Agilent Technologies, Inc.), 30 October, 2002 (30.10.02), Column 3, lines 52 to 55; column 4, lines 16 to 22; column 8, lines 21 to 42 & JP 2003-22074 A & US 2002/153965 A1	1-4, 14 5-9, 13 10-12
Y	JP 06-295181 A (Motorola, Inc.), 21 October, 1994 (21.10.94), Page 5, right column, line 20 to left column, line 43; all drawings & EP 609555 A2 & US 5373268 A1	5, 6
Y	JP 2002-217676 A (Murata Mfg. Co., Ltd.), 02 August, 2002 (02.08.02), Page 5, line 34; all drawings (Family: none)	7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
20 January, 2004 (20.01.04)

Date of mailing of the international search report
03 February, 2004 (03.02.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/13037

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-244030 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 September, 2000 (08.09.00), Page 3, right column, lines 5 to 15; all drawings (Family: none)	8, 9
Y	JP 11-284480 A (Mitsubishi Electric Corp.), 15 October, 1999 (15.10.99), Full text; all drawings (Family: none)	9
Y A	Hajime YAMADA et al., "ZnO/Al ₂ O ₃ /SiO ₂ Kozo Membrane no Oryoku Seigyo", 2002 Nen Shuki Dai 63 Kai Extended abstracts; the Japan Society of Applied Physics, separate Vol.2, 24 September, 2002 (24.09.02), Vol.63rd, No.2, page 555	8, 9, 13 10-12
X A	JP 2002-268644 A (Nokia Corp.), 20 September, 2002 (20.09.02), Full text; all drawings & US 6407649 B1 & EP 1225695 A2	1, 2, 14 3-13
E, A	JP 2003-324336 A (TDK Corp.), 14 November, 2003 (14.11.03), Full text; all drawings (Family: none)	1-14

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H03H 9/70
H03H 9/58

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ H03H 3/007-9/74

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2004年
日本国登録実用新案公報 1994-2004年
日本国実用新案登録公報 1996-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JOIS

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリ*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	EP 1253713 A2 (Agilent Technologies, Inc.) 2002. 10. 30, 第3欄第52-55	1-4, 14
Y	行, 第4欄第16-22行, 第8欄第21-42行 & JP20	5-9, 13
A	03-22074 A & US 2002/153965 A1	10-12
Y	JP 06-295181 A (モトローラ・インコーポレイテッ ド) 1994. 10. 21, 第5頁右欄第20行-左欄第43行, 全図 & EP 609555 A2 & US 5373268 A1	5, 6

☒ C欄の続きにも文献が列举されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

- の日の後に公表された文献
「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

20. 01. 2004

国際調査報告の発送日

03. 2. 2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

小林 正明

5W

3248

電話番号 03-3581-1101 内線 3534

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 2002-217676 A (株式会社村田製作所) 2002. 08. 02, 第5頁第34行, 全図 (ファミリーなし)	7
Y	JP 2000-244030 A (三菱電機株式会社) 2000. 09. 08, 第3頁右欄第5-15行, 全図 (ファミリーなし)	8, 9
Y	JP 11-284480 A (三菱電機株式会社) 1999. 10. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	9
Y	山田一他6名, ZnO/Al ₂ O ₃ /SiO ₂ 構造メンブレンの応力制御 2002年秋季第63回応用物理学会学術講演会講演予稿集第2分冊, 2002. 09. 24, Vol. 63rd NO. 2, p. 555	8, 9, 13
A		10-12
X	JP 2002-268644 A (ノキア コーポレーション) 2002. 09. 20, 全文, 全図 & US 6407649	1, 2, 14
A	B1 & EP 1225695 A2	3-13
E, A	JP 2003-324336 A (TDK株式会社) 2003. 11. 14, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14